

Cite No. 7

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平5-19446

(43) 公開日 平成5年(1993)1月29日

(51) IntCl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 3 F 1/08		A 7369-2H		
7/20	5 2 1	7818-2H		
H 0 1 L 21/027		7352-4M	H 0 1 L 21/30	3 1 1 L

審査請求 未請求 請求項の数20(全 49 頁)

(21) 出願番号 特願平3-170946

(22) 出願日 平成3年(1991)7月11日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71) 出願人 000233468

日立超エル・エス・アイ・エンジニアリング株式会社

東京都小平市上水本町5丁目20番1号

(72) 発明者 水野 文夫

東京都青柳市今井2328番地 株式会社日立製作所デバイス開発センタ内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法及びそれに用いるマスク

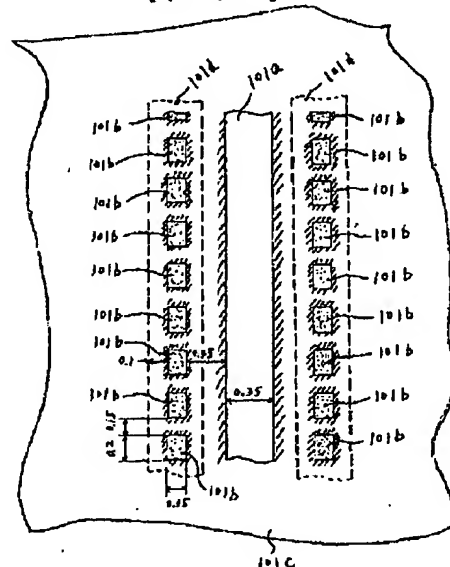
(57) 【要約】

【目的】 本発明の一つの目的は半導体装置または半導体集積回路装置の製造工程において、多様で、かつ、微細なパターンの露光を可能とする縮小投影露光方法を提供することにある。

【構成】 上記目的を達成するための本発明の構成は、一定のモードのマスクパターン領域の端部又は複数のモードのマスクパターン領域の境界部に所定の補正パターンを設けた位相シフトマスクを用いて縮小投影露光を行うものである。

【効果】 上記構成によれば、上記補正パターンによって端部効果等が相殺されるので、多様で、かつ、微細なパターンの露光を可能とすることができる。

【図 5】



(2)

特開平5-19446

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 一定の幅を持ち少なくとも一方の側において孤立した線状パターンに対応する帯状の主開口部；

(b) 前記主開口部の前記一方の側に沿って、それと一定の間隔を置いて近接するように設けられたドット状又は破線状の前記主開口部とは反転した位相を有するそれ自体のパターンを形成しない複数の補助開口部。

【請求項2】 紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) そのウェハ上換算の特徴的な長さが前記露光波長と同程度又はそれ以下のパターンに対応する主開口部；

(b) 前記主開口部をそのまま露光したのでは前記ウェハ上に結像する明部パターンが光の干渉効果によりやせる恐れのある部分に対応する前記主開口部の近傍又はその部分に連続して前記主開口部と同一の位相を有するそれ自体のパターンを形成しない少なくとも一つの補助開口部。

【請求項3】 紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

2

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 光透過部であるシフト領域とマスク基板露出領域が前記シフト領域が大域的に凸となるように直接境界を接する前記シフト領域の一つのコーナー部；

(b) そのまま露光したのでは前記ウェハ上に結像する前記シフト領域に対応する暗部パターンが光の干渉効果により不所望に突出する又は太る恐れのある部分に対応する前記シフト領域の前記コーナー部に設けられた前記マスク基板露出部と同一の位相を有しそれ自体のパターンを形成しない少なくとも一つの局所的シフト欠損部。

【請求項4】 紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 一定の幅及び間隔で配置された複数の線状パターンに対応する交互に位相の反転された複数の帯状の主開口部；

(b) 前記複数の主開口部の一方の端部の主開口部に沿って、それとほぼ同一の間隔を置いて設けられ、ほぼ同一の幅を持つ前記一方の端部の主開口部とは反転した位相を有するそれ自体のパターンを形成する帯状のダミー開口部。

【請求項5】 紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 一定の幅及び間隔で配置された複数の線状パターンに対応する交互に位相の反転された複数の帯状の主開口部；

(b) 前記複数の主開口部の一方の端部の主開口部に沿って、それとほぼ同一の間隔を置いて設けられ、露光したときに前記主開口部と同一の幅を持つようにそれよりも広い幅を持つ、前記一方の端部の主開口部とは反転した位相を有するそれ自体のパターンを形成する帯状の幅

(3)

特開平5-19446

3

広主開口部。

【請求項6】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 第1のモードによる第1の位相シフトマスクパターン群；

(b) 第2のモードによる第2の位相シフトマスクパターン群。

【請求項7】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) ほぼ同一の複雑な形状を有し近接して配置され相互に反転した位相を有する第1及び第2の主開口部。

【請求項8】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 斜め方向に近接して配置された複数のほぼ正方形パターンを形成するためのほぼ正方形の位相シフトマスクパターン群。

【請求項9】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レ

4

ズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

10 (a) 近接して設けられた同一の位相を有する第1及び第2の主開口部；

(b) 前記第1及び第2の主開口部を連結するように設けられたほぼその全域に渡って前記第1及び第2の主開口部と同一の位相を有する補助開口部；

(c) 露光されたときに前記第1及び第2の主開口部に対応するウェハ状の結像パターンが分離するように前記補助開口部の中央部に設けられた前記第1及び第2の主開口部と反転する位相を有する位相シフト部。

20 【請求項10】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、

前記マスクは以下の構成よりなる：

30 (a) 一定の幅を持ち少なくとも一方の側において孤立した線状パターンに対応する帯状の主開口部；

(b) 前記主開口部の前記一方の側に沿って、それと一定の間隔を置いて近接するように設けられたドット状又は破線状の前記主開口部とは反転した位相を有するそれ自体のパターンを形成しない複数の補助開口部。

40 【請求項11】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、

前記マスクは以下の構成よりなる：

50 (a) そのウェハ上換算の特徴的な長さが前記露光波長と同程度又はそれ以下のパターンに対応する主開口部；

(b) 前記主開口部をそのまま露光したのでは前記ウェ

(4)

特開平5-19446

5

ハ上に結像する明部パターンが光の干渉効果によりやせる恐れのある部分に対応する前記主開口部の近傍又はその部分に連続して前記主開口部と同一の位相を有するそれ自体のパターンを形成しない少なくとも一つの補助開口部。

【請求項12】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 光透過部であるシフト領域とマスク基板露出領域が前記シフト領域が大域的に凸となるように直接境界を接する前記シフト領域の一つのコーナー部；

(b) そのまま露光したのでは前記ウェハ上に結像する前記シフト領域に対応する暗部パターンが光の干渉効果により不所望に突出する又は太る恐れのある部分に対応する前記シフト領域の前記コーナー部に設けられた前記マスク基板露出部と同一の位相を有しそれ自体のパターンを形成しない少なくとも一つの局所的シフト欠損部。

【請求項13】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 一定の幅及び間隔で配置された複数の線状パターンに対応する交互に位相の反転された複数の帯状の主開口部；

(b) 前記複数の主開口部の一方の端部の主開口部に沿って、それとほぼ同一の間隔を置いて設けられ、ほぼ同一の幅を持つ前記一方の端部の主開口部とは反転した位相を有するそれ自体のパターンを形成する帯状のダミー開口部。

【請求項14】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レ

6

ンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 一定の幅及び間隔で配置された複数の線状パターンに対応する交互に位相の反転された複数の帯状の主開口部；

(b) 前記複数の主開口部の一方の端部の主開口部に沿って、それとほぼ同一の間隔を置いて設けられ、露光したときに前記主開口部と同一の幅を持つようにそれよりも広い幅を持つ、前記一方の端部の主開口部とは反転した位相を有するそれ自体のパターンを形成する帯状の幅広主開口部。

【請求項15】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 第1のモードによる第1の位相シフトマスクパターン群；

(b) 第2のモードによる第2の位相シフトマスクパターン群。

【請求項16】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 斜め方向に近接して配置された複数のほぼ正方形パターンを形成するためのほぼ正方形の位相シフトマスクパターン群。

【請求項17】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定

(5)

特開平5-19446

7

の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造又は露光のためのマスクにおいて、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 近接して設けられた同一の位相を有する第1及び第2の主開口部；

(b) 前記第1及び第2の主開口部を連結するように設けられたほぼその全域に渡って前記第1及び第2の主開口部と同一の位相を有する補助開口部；

(c) 露光されたときに前記第1及び第2の主開口部に対応するウェハ状の結像パターンが分離するように前記補助開口部の中央部に設けられた前記第1及び第2の主開口部と反転する位相を有する位相シフト部。

【請求項18】光線を用いてホトマスクのパターンを基板上に転写し、基板上にパターンを形成する方法において、相異なるパターンを同相の光で形成する方式と、相異なるパターンを逆相の光で形成する方式とを組み合わせるパターンを形成することを特徴とするパターン形成方法。

【請求項19】光線を用いてホトマスクのパターンを基板上に転写し、基板上にパターンを形成する方法において、相異なるパターンを同相の光で形成する方式と、相異なるパターンを逆相の光で形成する方式とを組み合わせるパターンを形成することを特徴とするパターンの露光用マスク。

【請求項20】紫外又は遠紫外域のコヒーレント又は部分的にコヒーレントな一定の波長の単色露光光束を所定の拡大パターンが形成された一つのマスクに照射し、前記マスクを通過した光束を一定の開口数を有する縮小レンズ系により、その一つの主面上に感光性レジスト膜が形成された一つの被処理ウェハの前記レジスト膜上に上記マスク上の拡大パターンに対応する所望の縮小パターンが結像するように縮小投影することによって前記マスク上の拡大パターンに対応する縮小パターンを前記ウェハ上に転写する半導体装置又は半導体集積回路装置の製造方法又は露光方法において、

前記マスクは以下の構成よりなる：

(a) 近接して設けられ相互に反転した位相を有する第1及び第2の主開口部；

(b) 前記第1の主開口部と連結して設けられたほぼその全域に渡って前記第1の主開口部と同一の位相を有する第1の補助開口部；

(c) 露光されたときに前記第1及び第2の主開口部に対応するウェハ状の結像パターンが分離するように前記

8

第1の補助開口部に前記第1及び第2の主開口部の間のほぼ中央部に於いて連結する前記第2の主開口部と同一の位相を有する第2の補助開口部。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は露光技術に係り、例えば半導体集積回路等の製造プロセスにおける回路パターンの転写技術等に適用して有効な技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】半導体集積回路の高集積化が進み、回路素子や配線の設計ルールがサブミクロンオーダーになると、g線、i線などの光を使用してマスク上の回路パターンを半導体ウェハに転写するフォトリソグラフィ工程では、ウェハ上に転写される回路パターンの精度の低下が深刻な問題となってくる。このような問題を改善する手段として、マスクを透過する光の位相を変えることによって、投影像のコントラストの低下を防止する位相シフト技術が提案されている。例えば、日本特開昭58-173744号公報には、遮光領域を挟む一対の透過領域の一方に透明膜を設け、露光の際に二つの透過領域を透過した光の間に位相差を生じさせることによって、その干渉光がウェハ上の本来は遮光領域となる個所で弱め合うようにする位相シフト技術が開示されている。(以下「レヴェンソン(Levenson)型」又は「相補型位相シフト法」という。)また、日本特開昭62-67514号公報には、マスクの遮光領域の一部を除去して微細な開口パターンを形成した後、この開口パターンまたはその近傍に存在する透過領域のいずれか一方に透明膜を設け、透過領域を透過した光と開口パターンを透過した光との間に位相差を生じさせることによって、透過領域を透過した光の振幅分布が横方向に広がるのを防止する位相シフト技術が開示されている。(以下「サブシフト型位相シフト法」という。)日本特開平2-140743号公報には、マスクの透過領域の一部に位相シフトを設け、透過光に位相差を生じさせることによって、位相シフト境界部を強調させる位相シフト技術が開示されている。(以下「エッジ強調型位相シフト法」という。)

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、これらは、いずれも実験レベルでの位相シフト技術の改良に関するものであり、複雑なパターンが混在する量産レベルでの実際のデバイスに適用した場合の問題点に関しては十分には考慮されていなかった。

【0004】従って、本発明の一つの目的はマスク作成が容易な位相シフト露光技術を提供することにある。

【0005】本発明の一つの目的はサブミクロンの微細パターンの露光に適合した位相シフト露光技術を提供することにある。

(6)

特開平5-19446

9

【0006】本発明の一つの目的は半導体装置または半導体集積回路装置の製造工程において、多様で、かつ、微細なパターンの露光を可能とする縮小投影露光方法を提供することにある。

【0007】本発明の一つの目的は不要なパターンを生成しない位相シフト露光技術を提供することにある。

【0008】本発明の一つの目的は周期パターンの端部でも正確なパターンを生成する位相シフト露光技術を提供することにある。

【0009】本発明の一つの目的は集積密度の高い位相シフト露光技術を提供することにある。

【0010】本発明の一つの目的は複雑なパターンの生成を可能する位相シフト露光技術を提供することにある。

【0011】本発明の一つの目的はDRAMの製造に適した位相シフト露光技術を提供することにある。

【0012】本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述および添付図面から明らかになるであろう。

【0013】

【課題を解決するための手段】このような目的を達成するための本発明の概要の一つを簡単に説明すれば以下のとおりである。

【0014】すなわち、本発明の構成は、一定のモードのマスクパターン領域の端部又は複数のモードのマスクパターン領域の境界部に所定の補正パターンを設けた位相シフトマスクを用いて縮小投影露光を行うものである。

【0015】

【作用】上記構成によれば、上記補正パターンによって端部効果等が相殺されるので、多様で、かつ、微細なパターンの露光を可能とすることができる。

【0016】

【実施例】以下に具体的な例において本発明の説明を行う。説明の都合上、分割した各実施例として説明するが、各実施例はばらばらのものではなく、相互に関連した変形例であるか、又は他の実施例の一部を構成するものである。また、各図において、同一又は類似のものにたいしては同一の参照番号を付した。

【0017】(1) ステップ、マスク製造工程等の説明。

【0018】図1は、本発明の各実施例のマスクパターンの露光方式に使用する露光装置の代表的な構造を示す説明図である。この露光に適用可能なレンズ式ステップアンドリピート方式1線5:1縮小投影装置としては、例えば日本光学(Nikon)の1線ステップNRS-175517A(NA=0.5、露光エリア=17.5mm角)がある。同図において、1は例えば5から8インチのS1単結晶ウェハ等の被処理半導体ウェハ、2は露光光源である高圧水銀ランプ、3は集光ミラー、4は

10

第1平面反射鏡、5はシャッタ、6はフライアイレンズ、7はコヒーレンスファクタ σ (本実施例では $\sigma=0.5$ で使用した。)を調整するためのアパーチャ、8は1線(365nm)の場合に1線よりも短波長の遠紫外線をカットするためのショートカットフィルタ、9は第2平面反射鏡、10は転写領域の範囲を決めるマスクブラインド、11はケーラー(Koehler)照明を形成するためのコンデンサーレンズ、12は本発明の要部である位相シフトマスク、13は上記マスクを保持して少なくともZ軸方向に微動可能なマスクホルダ、14は一般に多数のレンズ群からなる縮小投影レンズであり、上記例示したステップでは上記ウェハ側がテレセントリックに構成されている。なお、マスク側もテレセントリックに構成することもできる。15はウェハ吸着台、16はZ軸移動台(高さ方向)、17はX軸移動台(水平横方向)、18はY軸移動台(水平前後方向)であり、上記X軸移動台17とともにXYステージを構成する。

【0019】図2は本発明の位相シフトマスクの断面図である。同図において、21から24はクロム遮光膜、25及び26は位相シフト膜又はシフト、27はマスク基板露出部又は非シフト光透過部である。なお、基板露出部といっても、必ずしも石英ガラス基板そのものが露出しているとは限らず、上記基板そのものが基板本体となる石英ガラス基板とその表面に形成された薄い透明膜から構成されていてもよい。

【0020】次に、上記マスクの作成方法を簡単に説明する。

【0021】上記のマスクは、合成石英ガラス板の表面を研磨、洗浄した後、その主面上の全面に、例えば、0.05~0.3 μ m程度のCr膜をスパッタリング法により堆積し、続いてこのCr膜上の全面に、例えば、膜厚0.1~0.8 μ mの感電子線レジストを塗布する。次に、電子線露光技術などを利用して、所望の集積回路のパターンを加工する。前記電子線露光技術は、電子線を用いて、試料上に微細なレジストパターンを形成するものであり、以下に説明を追加する。

【0022】上記の感電子線レジストを塗布した試料上に、電子線描画装置などを用いて、電子線を照射する。この電子線描画装置は、集積回路パターンの位置座標、形状などが登録されたパターンデータに従って、電子線を試料であるマスク基板の指定位置、指定形状に照射する。その後、前記レジストがポジ型の場合は、露光部分を所定の現像液により、除去し、露出した金属膜をウェットエッチング法等により、エッチングして所定の形状にパターン形成する。前記レジストがネガ型の場合は、未露光部分を所定の現像液により除去し、エッチングして所定の形状にパターン形成する。そして、レジスト剥離液により、レジストを除去し、洗浄する。これにより、所定の形状の遮光領域と透過領域とを作成する。

(7)

特開平5-19446

11

【0023】これに続いて上記クロムパターンが形成された合成石英ガラス基板上に透過光の位相をシフトさせるための位相シフトから成るパターンが形成される。前記の位相シフトは、透明材質の屈折率と透過光の波長によって決まる透明材質の厚さ（シフト開口中央部での厚さ）を指定したものであり、SOG (Spin On Glass)、酸化インジウム (InOx) などの薄膜である。SOGは、上記ガラス基盤上に回転塗布し、その後、高温バークして透明薄膜を堆積する。その際に、位相を反転させるためには、透明膜の厚さdは、透過光の波長をλ、透明膜の屈折率をnとして、 $d = \lambda / 2 (n - 1)$

の関係を満たすようにする。例えば、露光に用いる光の波長λを0.365 μm (1線)、透明膜の屈折率nを、1.5とすると、透明膜の厚さは、約0.37 μmとすればよい。もっとも、シフト作成上のバラツキ（シフトの膜厚は、ほぼ最良の状態でも80オングストローム、すなわち、2%程度ばらつく。）を考慮すると、位相反転又は同一位相といっても、 $\pi/20$ から $\pi/10$ ラジアン前後の位相誤差は許容せざるをえない。従って、本願において、「位相反転」、「 π 又はそれと等価」、「180°又はそれと等価」、「同一の位相」等というときは、特に明示しないかぎり、これらの誤差及びそれと等価な位相差をも含むものとする。

【0024】指定の膜厚の透明薄膜を堆積した透明基板上に、上記と同様にして電子線露光技術を利用して、透明膜の必要部分の加工を行う。位相を反転させるため、上記マスクは、ガラス基板の透光膜上にSOGなどを塗布した後高温バークする。その際に、透明膜の厚さは、SOGの粘度、SOG塗布時の前記マスク基板の回転数を制御することで、上記の膜厚の透明膜を得ることができる。

【0025】なお、電子線露光技術を利用する場合は、レジスト塗布面のさらに上面（図2においては下面）に、例えば厚さ0.05 μmのアルミニウムからなる帯電防止層をスパッタリング法などにより形成しておく。次いで、上記集積回路のパターンに対応させた位相シフト加工用のパターンデータに基づいて、電子線描画する。

【0026】図3は、上記のマスクの作成フローを示したものである。同図において、31はマスクの合成石英基板作成工程、32は前記基板31の一方の主面のほぼ全面にCr膜を被着する金属透光膜堆積工程、33は前記クロム膜上にフォトリソをスピン塗布するレジスト塗布工程、34は電子線露光装置による直接描画により前記塗布されたレジスト膜を露光する電子線露光工程、35は前記レジストの不要部分を除去して所望のレジストパターンを形成するためのレジスト現像工程、36は前記レジストパターンをマスクとして前記クロム膜をエッチングする金属透光膜エッチング工程、37はそ

12

の後、前記レジストを全面除去するレジスト除去工程、38は前記透光膜のうちの欠損部分を修正するための透光膜欠損修正工程又は透光膜欠け修正工程、39は上記基板上の不要な透光膜の残り部分を除去する透光膜残り修正工程、40はクロムパターンが完成したマスクを洗浄するマスク洗浄工程である。同様に、同図において、42は上記クロムパターンの完成した前記透光領域のほぼ全面に位相シフト膜を被着する位相シフト膜堆積工程、43は前記位相シフト膜上に薄い導電膜を被着する帯電防止膜堆積工程、44は前記位相シフト膜をパターンニングするためのレジスト膜をスピン塗布するレジスト塗布工程、45は先と同様に前記レジストを電子線により直接描画する電子線露光工程、46は前記レジスト膜の不要部分を除去してレジストパターンを形成するためのレジスト現像工程、47は前記位相シフト膜を前記レジスト膜をマスクとして所望のパターンに形成する位相シフト膜エッチング工程、48はその後、前記レジスト膜を除去するレジスト除去工程、49は前記パターンニングされた基板上でシフトの欠損部分を修正するシフト欠損修正工程又はシフト欠け修正工程、50は同様に前記マスク基板上で不要なシフト膜の残り部分を除去するシフト残り修正工程、51は一応完成したマスクを洗浄するマスク洗浄工程である。

【0027】透光領域および透過領域からなるパターンを形成するマスク上のクロムパターンは、レーザ光、集束イオンビームなどを用いて、マスク製作プロセスで生じたパターン欠陥を修正することができる。すなわち、マスクの透過領域部に透光膜残りが生じたときは、レーザ光スポットを該当部に照射することで修正できる。また、透光領域に一部欠けが生じたときは、ピレンガス (Pyrene; C₁₄H₁₀) などの有機ガスを添加しながら集束イオンビームを照射することにより、欠陥部にカーボン膜を堆積することで修正できる。

【0028】上記のクロムパターンと同様にマスク上のシフトパターンは、前記集束イオンビームを用いて、スパッタリング切削により修正することができる。位相シフト用の薄膜部が余分に残った場合は、該当部に集束イオンビームを照射し、スパッタリングにより修正する。位相シフト用の薄膜部が欠けた場合も、集束イオンビームを照射して、透明基板を削ることで修正することができる。その際、透明基板を削る溝の深さdは、透過光の波長λ、溝部材の屈折率をnとして、 $d = \lambda / 2 (n - 1)$ となるようにする。

【0029】前記のイオンビームを用いたスパッタリング加工では、加工表面をなめらかにし、透過率の低下を防止するため加工後、CF₄などのプラズマアッシング処理する必要がある。このような処理によって90%程度に低下していた光透過率を97%程度に改善することができる。

(8)

特開平5-19446

13

【0030】図4は本発明のマスクの平面レイアウトである。同図において、61及び62はウェハ1（図1）とのウェハ位置合わせマーク、63はマスクブラインド用クロム遮光帯、64はウェハ1上のスクライプラインに対応する部分、71及び81はそれぞれウェハ上の単位チップ領域（例えば、64キロビットDRAM）に対応する部分、72及び82はそれぞれメモリICの周辺回路領域に対応する部分、73から76及び83から86はそれぞれ上記メモリICのメモリマトに対応する部分である。

【0031】なお、本実施例に於いてはクロム遮蔽膜の上にシフト膜を置くタイプについて説明したが、本願発明はそれに限定されるものではなく、シフトをクロム膜の下に置くタイプその他位相シフトマスクの平面パターン一般に適用できることはいうまでもない。

【0032】以下、本発明の実施例に対応する各種のマスクパターンを説明するが、重複を避けるために図面の参照記号に関して以下のようなルールを設定する。すなわち、各参照番号の後に付された小文字のアルファベットは以下のものを示す。aはその参照番号のウェハ上のパターンに対応する非シフト実開口部（又は主開口部）すなわちシフト膜のないクロム開口部又はマスク面露出部（以下、「クロム開口部等」）、bはその参照番号のウェハ上のパターン露光を補助するためのシフト補助開口すなわちシフト膜を有するそれ自体の実パターンを結像しない補助パターン（以下、位相シフト量は、特に示さないかぎり180度とする。）、cはクロム遮光部（その部分及びその境界部を他と区別するためにその境界部に沿った部分ハッチングで示す。）、dはシフト膜被着領域（その境界部を他の線と区別するために破線で示す。）、eはその参照番号のウェハ上のパターン露光強度を補強するための非シフト補助開口すなわちシフト膜を有しないそれ自体の実パターンを結像しない補助パターン、fはその参照番号のウェハ上のパターン露光強度を補強するためのシフト補助開口すなわちシフト膜を有するそれ自体の実パターンを結像しない補助パターン、gはその参照番号のウェハ上のパターンに対応するシフト実開口部（又は主開口部）すなわちシフト膜のあるクロム開口部又はクロム遮光膜のないマスク面、hはその参照番号のウェハ上のパターン露光を補助するための非シフト補助開口すなわちシフト膜を有しないそれ自体の実パターンを結像しない補助パターン、kはシフトオンコート法によって形成されるパターンを整形するための局所的シフト欠損部、mはマスク面が露出した面、すなわち、位相シフト量が0度の部分、qは60度の中間的位相シフト量を持つ中間位相シフト部（緩衝地帯）、rは120度の中間的位相シフト量を持つ中間位相シフト部（緩衝地帯）をそれぞれ示し、2番目のアルファベットyはそれが2枚のマスクを使用して一つのパターンを露光するプロセスにおける2枚目のマスクに係

14

るものであることを示す。

【0033】更に、以下の露光及びパターニングに用いた装置、材料、及び諸条件を以下にまとめる。ステッパはNikon社のNSR176518A（縮小率=5:1、露光波長1線=365nm単色光）をNA=0.5、部分コヒーレンス係数 $\sigma=0.5$ の状態で用いた。ポジレジストは長瀬産業（株）の1線用高解像度レジストNPR-A18SH2を、ネガレジストは日立化成社の1線用高解像度化学増幅系レジストR1-1300N等を用いた。

【0034】なお、以下のマスクパターンはラインパターン最小寸法0.35 μ m、ホールパターン最小寸法0.4 μ mのDRAMを例にとり説明する。

【0035】（1）孤立線状パターン。

【0036】図5はアルミニウム配線等の線状パターンのうち同一マスク上で実パターン同志が近接していないもの、すなわち、図6に示すようなウェハ上の孤立線状パターンをネガレジストを用いて露光するための位相シフトマスクパターンである。図に記載した寸法は、特に明示しないかぎりウェハ上換算のもので単位は μ mである。従って、マスク上のものについては、実際のマスク上の寸法を知るためには、表示された数値に5を掛ければよい。また、これらの図はいずれも露光装置にセットされたウェハ又はマスクを上方から見たものである。これらの図において、101aはウェハ上の線状パターン101に対応する非シフト実開口部、多数の101bはそれぞれ同一の形状で等間隔に並ぶドット状シフト補助開口部、101cはクロム遮光部、101dはシフト膜被着領域である。図においてはクロム遮光部と非シフト開口部を見分けるために部分的なハッチングを施した。また、同様にシフト膜のある開口部を示すために、その部分に分散したドットによる表示を施した。

【0037】このように、補助開口を分割したのは以下のような理由による。すなわち、現在の幅で連結すると、NAとの関係で部分的又は全面的に解像されるため不所望のパターンを生成することになる。一方、全く解像しないように帯状補助開口の幅を細くするとEBによるマスク自体のパターニングが困難となる。このように分割すると、補助開口全体としての空間周期、個々の補助開口のX、Y方向のそれぞれのフーリエ成分共に投影レンズの外にでることになり、不所望なパターンを生成することがない。

【0038】（2）突出線状パターン。

【0039】図7は上記図5の技法の一つの応用で図8に示すように、数本毎又は一本ごとに線状パターンが突出している線状パターン群を上と同様にネガレジストを用いて露光する場合の位相シフトマスクパターンを示す。これらの図において、102はウェハ1上の長い線状パターン、103から105は前記長い線状パターンと当間隔を置いて並ぶ短い線状パターン、102gは長

(9)

特開平5-19446

15

い線状パターン102に対応するマスク上のシフト実開口部、102hは前記長い線状パターン102の突出部分の細りを防止するための多数のドット状非シフト補助開口部、103a及び104aはそれぞれ短い線状パターン103及び104に対応する非シフト実開口部、105gは短い線状パターン105に対応するシフト実開口部、102dは長い線状パターン102に対応するシフト膜被着領域、105dは短い線状パターンに対応するシフト膜被着領域、102cはクロム遮蔽部である。このようにしないと、パターン102の突出部は両側の開口103a及び104aからの正の寄与がないので、パターンが細ることとなる。

【0040】(3) 周期構造端部補助開口。

【0041】図9は上記図5の技法の一つの応用で図10に示すように、多数の周期的な線状パターンのネガレジストによる露光において端部のパターンが細る現象を防止するための位相シフトマスクパターンである。なお、マスク上の寸法は先行する実施例とほぼ同一であるので、繰り返さない。これらの図において、107から109は同一周期で多数配列された同一幅の線状パターン、これらのうち107は、その左端部をなす。107hは前記端部パターン107の細りを防止するための補助パターンである。このようにしないと、パターン107は左側からの正の寄与がないためパターンが細ることとなる。

【0042】(4) 周期構造端部ダミーパターン。

【0043】図11は上記図9の変形例で、端部に補助パターンを置く代わりに実パターン110(図12)を結像する幅広のダミー非シフト開口110aを配置する場合のマスクパターンである。この場合、図12に示すようにこのダミーパターンに対応するパターン110は残ることになる。

【0044】(5) 周期構造端部パターン幅広化。

【0045】図13は上記図9の変形例で、端部に補助パターンを置く代わりに、端部に起因する細りの効果を考慮して実パターン107(図10)をその所望の幅で結像する幅広のシフト実開口107gを配置する場合のマスクパターンである。図14は端部の幅広の開口パターン107gが露光による細りの結果、所望の幅のウェハ上のパターン107になる様子を示す図13のマスクパターンの平面拡大図である。

【0046】(6) 正規配列交互位相反転近接ホールパターン。

【0047】図15は図16に示すような直線上に等間隔で並んだ同一形状(寸法も同一であることを示す)の正方形のホールパターン111から113をボジレジストによりパターンニングする際の位相シフトマスクパターンである。この例では、隣接する実パターンの四方に配置される同一形状の補助パターン111b、112h、113bのうちの一つが省略された代わりに隣接する実

16

開口111a、112g、113aが交互に位相反転されている。このモードのマスクパターンはホールパターンの間の間隔が0.6 μ m以下の場合にとくに有効である。

【0048】(7) 正規配列補助パターン共用近接ホールパターン。

【0049】図17は上記図15の場合とほぼ同じであるが、図18のごとく若干ホール間隔が大きい場合の位相シフトマスクパターンである。以下の例では、明記していないマスク寸法は図15のものと同じである。この場合は、実開口は同一位相で、その代りに各実開口の四方の補助開口を一つずつ共用している。このモードのマスクパターンはホールパターンの間の間隔が0.6 μ m以上でかつ1.1 μ m以下の場合にとくに有効である。

【0050】(8) 正規配列補助パターン用シフト膜共用近接ホールパターン。

【0051】図19は上記図17の場合とほぼ同じであるが、図20のごとく更にホール間隔が大きく完全孤立パターンに近い場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、実開口111a及び112aのそれぞれの近接する補助開口111b及び112bのためのシフト膜111dが共通の島から構成されているので、パターン形成の余裕が大きい。このモードのマスクパターンはホールパターンの間の間隔が1.1 μ m以上の場合にとくに有効である。

【0052】(9) 斜め配列補助パターン用シフト膜共用近接ホールパターン。

【0053】図21は上記図19の場合とほぼ同じ状況であるが、図22に示すようにホールの配列がほぼ対角線方向に等間隔の場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、実開口111a及び112a(112a及び113a)のそれぞれの近接する補助開口111b及び112b(112b及び113b)のためのシフト膜111d(112d)が共通の島から構成されているので、パターン形成の余裕が大きい。

【0054】(10) 千鳥配列交互位相反転近接ホールパターン。

【0055】図23は図15のホール列115から118を図24に示すように千鳥状に半周期ずらせて並べたときの位相シフトマスクパターンである。この場合は、横方向の実開口部115a及び117gの位相は交互反転となる。また、シフト実開口部117gに対するシフト膜と非シフト開口部115a及び116aに対するシフト補助開口部115b及び116bのシフト膜115dが共通の島を形成している。このためパターン形成の余裕が大きい。このモードのマスクパターンはホールパターンの間の横方向の間隔が0.6 μ m以下の場合にとくに有効である。

【0056】(11) 千鳥配列補助開口及びシフト膜共用近接ホールパターン。

(10)

特開平5-19446

17

【0057】図25は上記図23の場合とほぼ同じ状況であるが、図26に示すように横方向のピッチが若干大きく取ることができる場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、補助開口部の115b及び118bの一部が横方向に隣接する実開口部115aと117a及び116aと118aに対して共通にしようされている。このような配置においては、上記図23と比較して、縦方向のピッチを圧縮することができる。このモードのマスクパターンはホールパターンの間の横方向の間隔が0.6 μ m以上かつ1.1 μ m以下の場合にとくに有効である。

【0068】(12) ホールパターン混合配置。

【0059】図27はA、B、Cの三種類のマスクパターンモードを併用して図28に示すような同一サイズの多数のコンタクトホールをポジレジストにより形成するための位相シフトマスクパターンである。ここにおいて、モードAは完全孤立ホールに対応し、モードBは図17に、モードCは図15に対応する。ただし、このモードCにおいては、補助開口は用いず、その代りに隣接する行の対応する実開口の位相を反転している。

【0060】(13) T字型分岐補強開口。

【0061】図29は上記図5のようにネガレジストと位相シフト補助開口121bによってA1配線等の図30に示すようなT字型線状パターン121を露光する場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、パターン121のハンマーの柄のつけ根の部分で干渉によるパターンの細りが発生するので、非シフト実開口121aに連続又は非常に近接して一對の非シフト補強開口121e、すなわち、それに対応する実開口と同一位相の解像しない微細補助開口を設けている。このようにすることによって、一對の非シフト補強開口121eに近接する実開口部の見かけ上の光量が増加するので、パターン121のハンマーの柄のつけ根の部分で干渉によるパターンの細り発生を防止することができる。

【0062】図87は上記ハンマーの柄又は棧橋が複数個突出しており、かつ、それらが比較的近接している(間隔0.8 μ mから1.2 μ m)場合の変形例である。

【0063】更に、図89はそれらの間隔が1.2 μ mと等しいか、又はそれよりも大きい場合の変形例である。

【0064】(14) 対向櫛歯分岐補強開口。

【0065】図31は図30のようなT字型の柄が多数等間隔で並んだ櫛歯を半周期ずらして対向させた図32のような線状パターン121及び122を上記と同様にネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、補助開口を用いる代わりに近接して対向する実開口122gの位相を反転している。パターン122に関する開口はパターン121に関するものと完全な位相反転の関係にある。従って、122f

18

は形状が非シフト補強開口と同じシフト補強開口である。

【0066】(15) 梯子バー補強開口。

【0067】図33は図34に示すような梯子様の線状配線121を上記と同様にネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。このようにしないと、前記梯子の足掛け部の端部から露光波長と同程度の部分が露光光波の干渉効果によって細る結果となる。

【0068】(16) 対向ダブル櫛歯交互位相補償。

【0069】図35は図32と同様な線状配線と図36に示すように櫛歯が2本ずつ交互に配列されたものを上記と同様にネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。

【0070】(17) 繰返し疑似直線パターン交互位相補償。

【0071】図37は図38に示すように局所的なふくらみを持つ一對の直線パターン125及び126を繰返しの単位とする繰返し疑似直線パターンを上記と同様にネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、開口パターン125a及び126gの寸法は出来上がりパターン125及び126のそれと同一である。なお、シフト量126dは他の例と同様に対応するパターンより0.1 μ mブロードン(broaden)又は広幅化されている。

【0072】(18) 繰返しU字パターン交互位相補償。

【0073】図39は図40に示すようにU字型のパターンが近接して繰返して配置されたもの127から129及び137から139を上記と同様にネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。この場合は、近接する開口同士は相互に位相反転されている。なお、前記例と同様にマスクの実開口のサイズは出来上がりのそれと同一である。

【0074】(19) 繰返し直線パターン途中切断。

【0075】図41は上記図42のようにネガレジストと、いわゆるレヴェンソン型位相シフトマスクによってA1配線等の同一幅同一間隔の直線上繰返しパターン141から144のうち特定のもの142及び143をいわゆるシフトオンコート法によって中間位置で切断したパターンを露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、142h、143h、及び142bは広義の補助開口で直線状パターン142及び143のあいだの切断部に対応するマスク上のパターンである。ここで、142bはマスク基板状に直接形成された位相反転用シフト層であるシフトオンコート部(Shifter-On-Quartz)又はシフト補助開口、142h及び143hは142a及び143aと同一位相のシフトオンコート補助開口部又は非シフト補助開口である。このシフトオンコート補助開口部とそれと隣接

(11)

特開平5-19446

19

する実開口部との間には特に境界はないが、図示の都合上、本願では実線で示す。また、微細なシフトオンコート部によって生成されるウェハ上の暗部の幅とシフトオンコート部の幅（ウェハ上換算）との関係を図63に示す。

【0076】（20）近接並行線シフトオンコート分離。

【0077】図43は上記図44のように近接した並行パターン145及び146をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、145bは先の例と同様なシフト補助開口、145h及び146hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、145a及び146aは出来上がりパターン145及び146と同一寸法の非シフト実開口である。

【0078】（21）近接並行線シフト&クロム分離。

【0079】図45は上記図46のように近接した並行パターン147及び148をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、147bは先の例と同様なシフト補助開口、147h及び148hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、147a及び148aは出来上がりパターン147及び148と同一寸法の非シフト実開口である。この方法は、パターンの間隔の広い部分のパターン間隔が間隔の狭い部分と比較して更に広い場合に特に有用である。

【0080】（22）近接並行L字パターンシフトオンコート分離。

【0081】図47は上記図48のように近接して並行するL字パターン149及び150をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、149bは先の例と同様なシフト補助開口、149h及び150hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、149a及び150aは出来上がりパターン149及び150と同一寸法の非シフト実開口である。

【0082】（23）近接並行S字パターンシフトオンコート分離。

【0083】図49は上記図50のように近接して並行するS字パターン151及び152をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、151bは先の例と同様なシフト補助開口、151h及び152hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、151a及び152aは出来上がりパターン151及び152と同一寸法の非シフト実開口である。

【0084】（24）一部近接パターンシフトオンコート分離。

【0085】図51は上記図52のように一部が近接して並行する繰返しパターン154及び155（図にお

20

ては、横方向の繰返しについては、その単位部分のみを示す。以下の例においても同じ。）をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、154bは先の例と同様なシフト補助開口、154h及び155hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、154a及び155aは出来上がりパターン154及び155と同一寸法の非シフト実開口である。

【0086】（25）一部近接パターン交互位相反転分離。

【0087】図53は上記図54のように一部が近接して並行する繰返しパターン156及び157をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、157bはシフト補助開口、156hは前記シフト補助開口157bとともに暗部を生成する非シフト補助開口、156a及び157gは出来上がりパターン156及び157と同一寸法の非シフト実開口である。

【0088】（26）近接並行L字パターンシフトオンコート分離コーナー補正。

【0089】図55は上記図47のマスクによる露光の際のコーナー部での過剰な暗部の広がりを防止することができる上記図56のように近接して並行するL字パターン158及び159をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、158kはコーナーの暗部の広がりを防止するための0.06 μ m角の非シフト開口部である補正用シフト欠損部、158bは先の例と同様なシフト補助開口、158h及び159hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、158a及び159aは出来上がりパターン158及び159と同一寸法の非シフト実開口である。

【0090】（27）近接並行S字パターンシフトオンコート分離コーナー補正。

【0091】図57は上記図49のマスクによる露光の際のコーナー部での過剰な暗部の広がりを防止することができる上記図58のように近接して並行するL字パターン161及び162をネガレジストにより露光する場合の位相シフトマスクパターンである。同図において、161k及び162kはコーナーの暗部の広がりを防止するための非シフト開口部である補正用シフト欠損部、161bは先の例と同様なシフト補助開口、161h及び162hはそれぞれ前記シフト補助開口の両側に同一幅で設けられた非シフト補助開口、161a及び162aは出来上がりパターン161及び162と同一寸法の非シフト実開口である。

【0092】（28）シフトオンコート微細ホールパターンコーナー補正。

【0093】図59は図60のようなホールパターン164から168をシフトオンコート法によってネガレジ

(12)

特開平5-19446

21

ストを用いて露光する際に対角線方向に過剰に広がるという問題を解決するためになされた改良されたマスクパターンである。同図において、164mはマスクの石英ガラス面、164gから168gは上配ホールパターン164から168に対応するマスク基板上に直接形成された位相反転用シフト膜からなるシフトパターン又はシフト実開口部、165gは前記シフトパターン164gから168gの各頂点に設けられた0.06 μ m角のシフト欠損部である。

【0094】(29) 近接並行線シフトオンコート分離パターン細り防止。

【0095】図61は図62のように近接して並行する線状パターンの一部にへこみのある場合にはシフトオンコート法によってネガレジストを用いて露光する際に上配へこみ部でパターンが過剰に細るという問題を解決するためになされた改良されたマスクパターンである。同図において、169e及び170eは上配へこみ部を補強するための0.15 μ m角の非シフト補強開口部である。

【0096】(30) シフト遮蔽ドグボーンパターンニング。

【0097】図64は図65のようなドグボーンパターンをシフトオンコート法とクロムパターンによる遮蔽を組合せたシフト遮蔽法によりポジ型レジストを用いて露光する場合の位相シフトマスクパターンである。

【0098】(31) 二重露光シフト遮蔽ドグボーンパターンニング。

【0099】図66及び図67は、図68のようなラインパターン（ポジレジストを使用した場合）又はスペースパターン（ネガレジストを使用した場合）を二枚のマスクを用いて二度露光することによって、図66のマスクのみを用いたときにレジストが不所望に残留する（ポジレジストを使用した場合）又は不所望に除去される（ネガレジストを使用した場合）ことを防止するための位相シフトマスクである。ここで、図66は第1マスクを図67は第2マスクを示す。工程としては、上記第1マスクを用いて第1の露光を行なった後、上記第2マスクを用いてクロム遮蔽部174c及び175c間のシフト174dの境界部を全て露光するように第2の露光を行なう。これらの工程の後に、現像を行なうと、図68のようなパターンが得られる。

【0100】(32) 中間位相シフト遮蔽ドグボーンパターンニング。

【0101】図69は上記図66のマスクの問題点を1枚のマスクで実行可能とするものであり、1回の露光で図70のようなパターンを露光することができる。同図において、176q及び176rは0.15 μ m幅の緩衝地帯を形成する中間位相シフト部で、マスク基板面176mの位相を0度としたとき176qは0度、176rは120度である。

22

【0102】(33) 種々の位相シフト技法の応用例。

【0103】図71は以上の種々の位相シフトマスク技法をネガレジストを用いたDRAMのS1ゲートの図72に示すようなパターンの露光に適用したものである。ここで用いられた主な技法は、近接パターン交互位相反転、近接パターンシフトオンコート分離などである。この場合は、二つの近接した長方形パターン184及び185等を単位とする周期的パターンの中央部は交互位相シフト法（レヴェンソン方式）で処理し、端部においては、交互位相シフト法は適用できないのでシフトオンコート法で処理している。

【0104】図73は以上の種々の位相シフトマスク技法をネガレジストを用いたDRAMのS1ゲートの図74に示すようなパターンの露光に適用したものである。ここで用いられた主な技法は、近接パターン交互位相反転、近接パターンシフトオンコート分離などである。この場合も図71と同様に、192及び193等の長方形パターンを単位とするマトリクス状の繰返しパターンを基本的には単純な交互位相反転で処理し、上配マトリクスの端部において近接パターンシフトオンコート分離の技法を用いて端部処理を施している。

【0105】図75は以上の種々の位相シフトマスク技法をネガレジストを用いたDRAMのWL（ワードライン）の層の図76に示すようなパターンの露光に適用したものである。ここで用いられた主な技法は、近接パターン交互位相反転、近接パターンシフトオンコート分離などである。この場合、212等の疑似直線状パターンを単位とする疑似繰返しパターンを基本的には単純な交互位相反転で処理し、上配マトリクスの端部の分岐を有する部分において近接パターンシフトオンコート分離の技法を用いて端部処理を施している。

【0106】図77は以上の種々の位相シフトマスク技法をネガレジストを用いた図78に示すようなDRAMの第1層A1の入り組んだパターンの露光に適用したものである。ここで用いられた主な技法は、近接パターン交互位相反転、近接パターンシフトオンコート分離、クロム&シフト分離などである。ここにおいては、交互位相シフト法が可能な部分に於いては、交互位相法を適用し、位相反転不可能な部分でパターン同志が相互に近接している部分においては、シフトオンコート法を適用し、更に、位相反転不可能な部分でパターン同志が相互に近接していない部分においては、クロム遮蔽膜によって隣接するパターン同志の分離を行なっている。

【0107】図79は以上の種々の位相シフトマスク技法をネガレジストを用いた図80に示すようなDRAMのビット線の層の入り組んだ交差のあるパターンの露光に適用したものである。ここで用いられた主な技法は、図53の示すような近接パターン交互位相反転、近接パターンシフトオンコート分離、クロム&シフト分離などである。ここにおいては、両端のパターン231及び2

(13)

特開平5-19446

23

32又は234及び235のような交互位相シフト法が適用できない部分ではシフトオンコート法によってパターン間の分離を行ない、パターン233及び235間のように特に近接している部分(例えば、間隔=0.2 μ m)では図69の縦に延びる部分のようなシフト膜233dの境界干渉を利用している。

【0108】図81は細いシフトを複数個近接させて比較的太いパターン241及び242を形成するシフトオンコート塗りつぶし方式により図82に示すようなDRAMの第2層A1配線パターンのネガレジストによる露光に適用したものである。

【0109】図83はマスクパターン図79の主な技法を図84のごとく簡略化して抽出したものである。

【0110】図85は以上の種々の位相シフトマスク技法をネガレジストを用いた図86に示すようなDRAMの第1層A1配線層の入り組んだ交差のあるパターンの露光に適用したものである。ここで用いられた主な技法は、近接パターン交互位相反転、近接パターンシフトオンコート分離、クロム&シフト分離などである。ここにおいては、パターン同士の入り組んでいるため、自由に位相反転を行なうことができないので、比較的接近していない部分は位相シフトを適用しないようにして自由度を確保し、その他の近接して入る部分においては、できるだけ位相反転法を適用し、それ以外の位相反転できない部分に於いてシフトオンコート法を適用している。

【0111】(34)実施例を補足するための文献の引用等

エッジ強調型位相シフト法の詳細及びそれらのマスク設計手法については岡本の1990年5月30日に公開された日本特開平2-140743号(特願昭63-295350号、1988年11月22日出願)に示されているのでそれをもって本願の記載の一部とする。

【0112】更に、エッジ強調型位相シフト法、レベンソン型位相シフト法、及び補助シフト型位相シフト法等におけるマスクのパターンレイアウト、ネガ又はポジのレジスト材料及び同レジストプロセス、露光用光源、及びそれらのDRAM又はSRAM等の半導体集積回路装置等への応用については岡本の日本特願平2-247100号(1990年9月19日出願)に示されているのでそれをもって本願の記載の一部とする。

【0113】なお、1線ステップ用ネガレジスト材料の詳細については、内野(Uchino)等の日本特願平2-290917号(1990年10月30日出願)に詳しく説明されているので、それをもって本願の記載の一部とする。

【0114】更に、位相シフトマスクに関するデザインオートメーション技術に関しては、武隈(Takuma)等の日本特願平3-117355号(1991年5月22日出願)に示されているのでそれをもって本願

24

の記載の一部とする。

【0115】以上、本発明者によってなされた発明を実地例を基に具体的に説明したが、本発明は、前記実地例に限定されるものではなく、その趣旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることはいうまでもない。すなわち、本実施例は1線による露光を例にとり説明したが、本発明はそれに限定されるものではなく、エキシマレーザ光源を用いた露光にも適用できることはいうまでもない。

【0116】更に、マスクパターンの位相については、正位相パターン又はそれを位相反転した位相反転パターンのいずれか一つのみを示したが、その逆のパターンも全く同様に可能であることはいうまでもない。

【0117】

【発明の効果】本願において開示される発明のうち代表的なものによって得られるものの効果を記載すれば以下のとおりである。

【0118】すなわち、一定のモードのマスクパターン領域の端部又は複数のモードのマスクパターン領域の境界部に所定の補正パターンを設けた位相シフトマスクを用いて縮小投影露光を行うことにより、補正パターンによって端部効果等が相殺されるので、多様で、かつ、微細なパターンの露光を可能とすることができる。

【0119】以上、本願発明の背景となった技術分野すなわちメモリICについて説明したが、本発明はそれに限定されることなく本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々変形可能であることはいうまでもない。例えば、ロジックIC、マイクロコンピュータようIC、及び通信用ICなどにも適用できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】図1は本発明の露光に使用するステップの正断面図である。

【図2】図2は本発明のレチクル又はマスクの正断面図である。

【図3】図3は本発明にしようするマスクの製造プロセスフロー図である。

【図4】図4は本発明のDRAMを露光するためのマスクの平面図である。

【図5】図5は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図6】図6は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図7】図7は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図8】図8は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図9】図9は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図10】図10は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

(14)

特開平5-19446

25

【図11】 図11は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図12】 図12は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図13】 図13は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図14】 図14は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図15】 図15は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図16】 図16は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図17】 図17は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図18】 図18は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図19】 図19は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図20】 図20は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図21】 図21は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図22】 図22は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図23】 図23は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図24】 図24は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図25】 図25は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図26】 図26は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図27】 図27は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図28】 図28は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図29】 図29は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図30】 図30は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図31】 図31は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図32】 図32は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図33】 図33は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図34】 図34は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図35】 図35は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

26

【図36】 図36は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図37】 図37は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図38】 図38は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図39】 図39は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

10 【図40】 図40は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図41】 図41は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図42】 図42は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図43】 図43は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図44】 図44は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

20 【図45】 図45は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図46】 図46は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図47】 図47は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図48】 図48は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図49】 図49は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

30 【図50】 図50は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図51】 図51は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図52】 図52は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図53】 図53は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図54】 図54は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

40 【図55】 図55は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図56】 図56は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図57】 図57は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図58】 図58は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図59】 図59は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

50 【図60】 図60は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

(15)

特開平5-19446

27

【図61】 図61は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図62】 図62は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図63】 図63はシフトオンコート法を用いたときのシフトの幅と出来上がりパターンの寸法との関係を示すグラフである。

【図64】 図64は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図65】 図65は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図66】 図66は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図67】 図67は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図68】 図68は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図69】 図69は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図70】 図70は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図71】 図71は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図72】 図72は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図73】 図73は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図74】 図74は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図75】 図75は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図76】 図76は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図77】 図77は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図78】 図78は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図79】 図79は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図80】 図80は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図81】 図81は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図82】 図82は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図83】 図83は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

28

【図84】 図84は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図85】 図85は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図86】 図86は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図87】 図87は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図88】 図88は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【図89】 図89は本発明の一つの実施例のマスクの平面パターン図である。

【図90】 図90は上記マスクに対応する被処理ウェハ上の出来上がりパターンの平面図である。

【符号の説明】

1…ウェハ、2…高圧水銀ランプ、3…集光ミラー、4…第1平面反射鏡、5…シャッタ、6…フライアイレンズ、7…アパーチャ、8…ショートカットフィルタ、9…第2平面反射鏡、10…マスクブラインド、11…コンデンサーレンズ、12…マスク、13…マスクホルダ、14…縮小投影レンズ、15…ウェハ吸着台、16…Z軸移動台、17…X軸移動台、18…Y軸移動台、21、22、23、24…クロム遮蔽膜、25、26…シフト、27…非シフト光透過部、31…合成石英基板作成工程、32…クロム遮光膜堆積工程、33…クロム膜パターンニング用レジスト塗布工程、34…クロム膜パターンニング用電子線露光工程、35…クロム膜パターンニング用レジスト現像工程、36…クロム遮光膜エッチング工程、37…クロム膜パターンニング用レジスト除去工程、38…遮光膜欠損修正工程、39…遮光膜残り修正工程、40…クロムパターン洗浄工程、42…位相シフト膜堆積工程、43…帯電防止膜堆積工程、44…シフトパターンニング用レジスト塗布工程、45…シフトパターンニング用電子線露光工程、46…シフトパターンニング用レジスト現像工程、47…位相シフト膜エッチング工程、48…シフトパターンニング用レジスト除去工程、49…シフト欠損修正工程、50…シフト残り修正工程、51…完成マスク洗浄工程、61、62…位置合わせマーク、63…マスクブラインド用クロム遮光帯、64…スクライブライン、71…単位チップ領域、72…周辺回路領域、73、74、75、76…メモリマット領域、81…単位チップ領域、82…周辺回路領域、83、84、85、86…メモリマット領域、101a…非シフト突開口、101b…ドット状シフト補助開口、101c…クロム遮蔽膜、101d…位相反転用シフト膜。

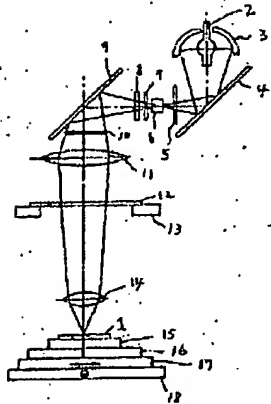
(16)

特開平5-19446

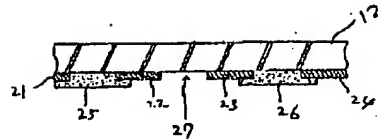
【図1】

【図2】

【図1】

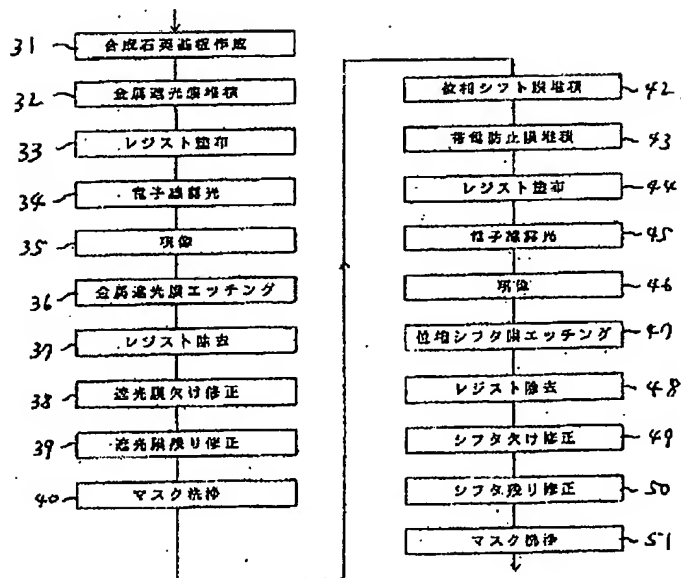


【図2】



【図3】

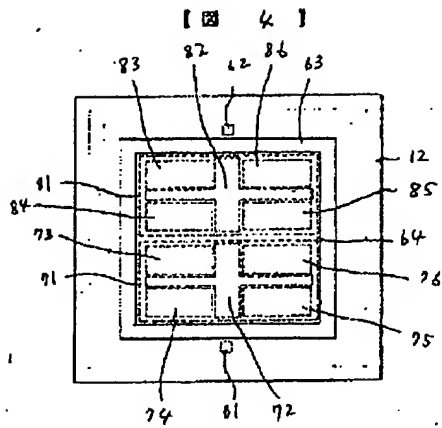
【図3】



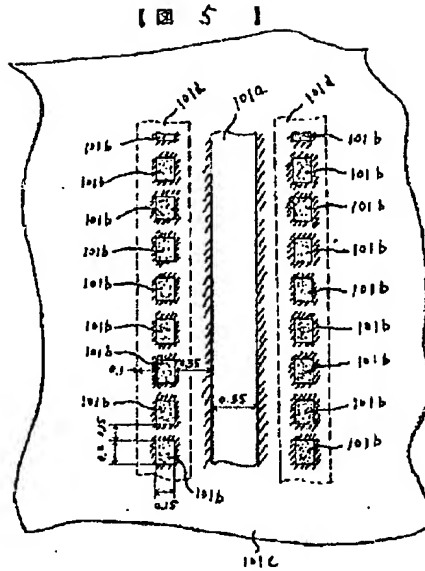
(17)

特開平5-19446

【図4】

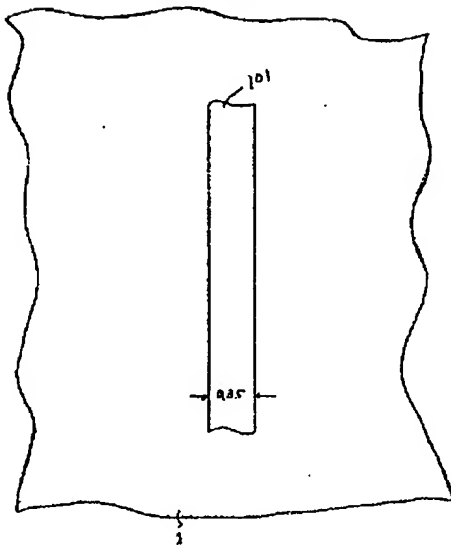


【図5】



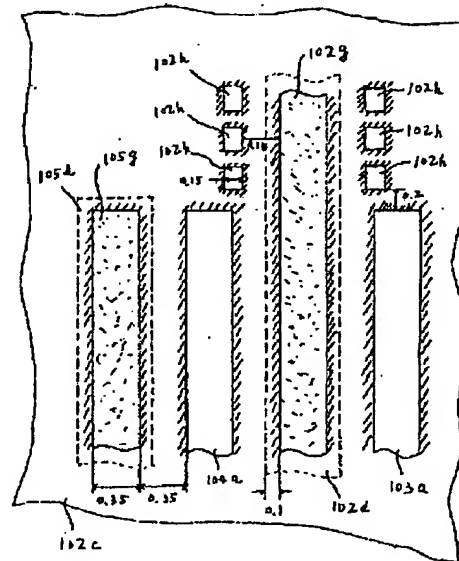
【図6】

【図 6】



【図7】

【図 7】



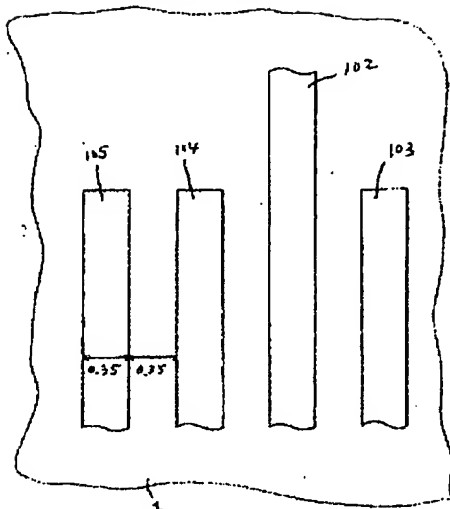
(18)

特開平5-19446

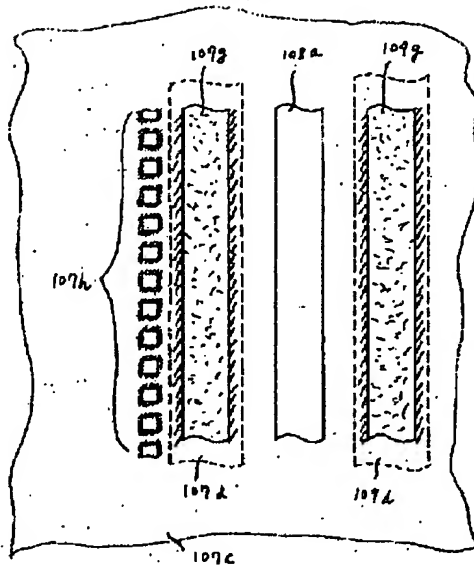
【図8】

【図9】

【図 8】

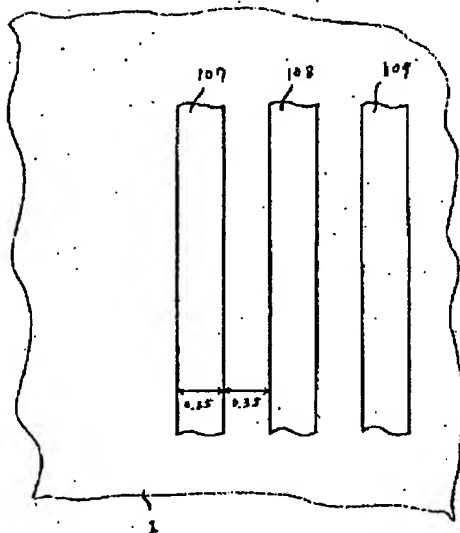


【 9 】



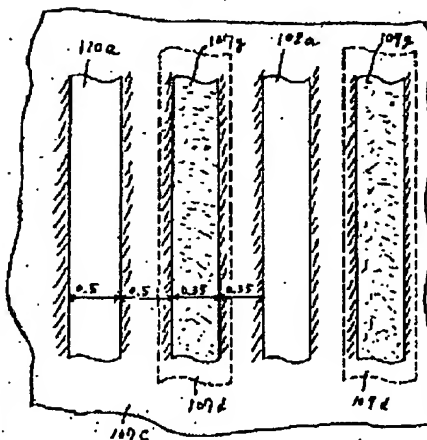
【図10】

【 10 】



【図11】

【 11 】

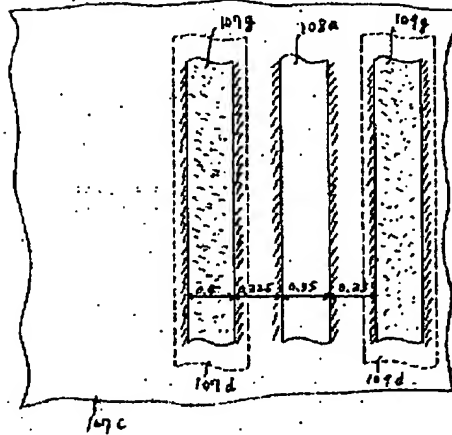
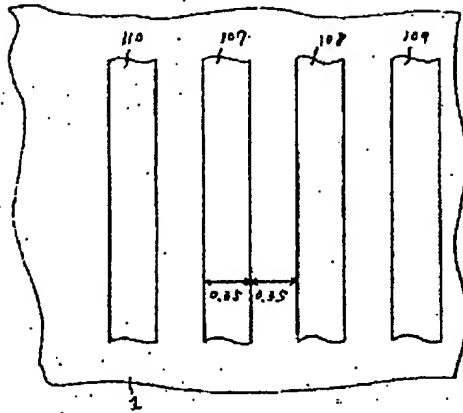


(19)

特開平5-19446

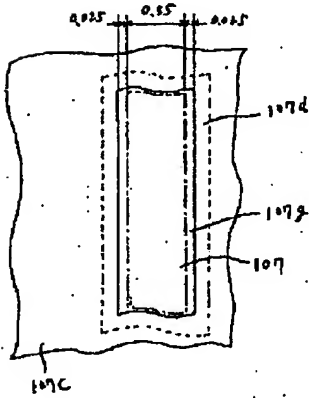
【図12】

【図13】



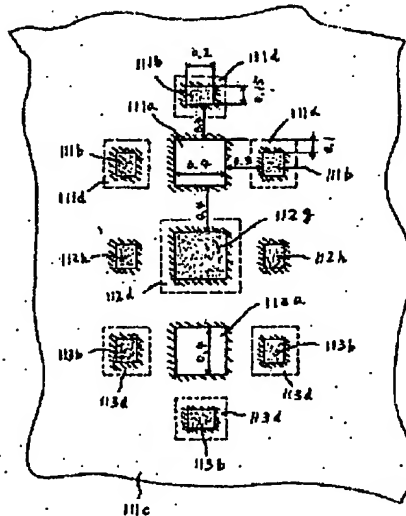
【図14】

【図14】



【図15】

【図15】

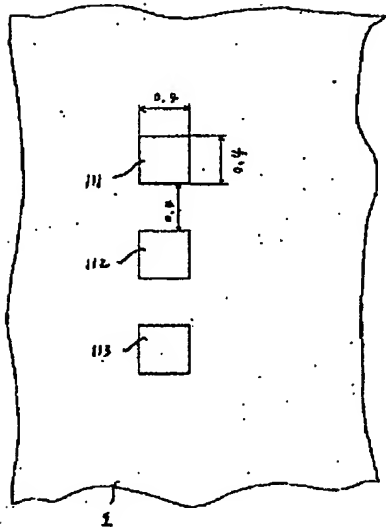


(20)

特開平5-19446

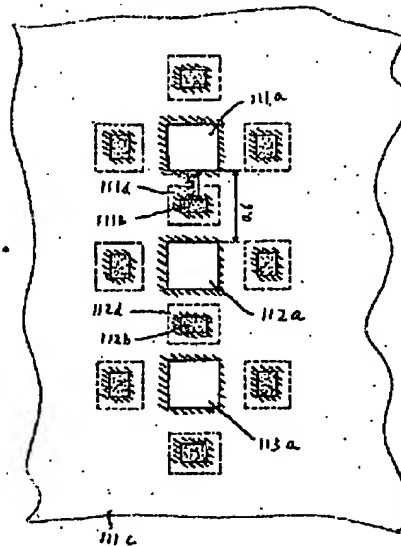
【図16】

【図 16】



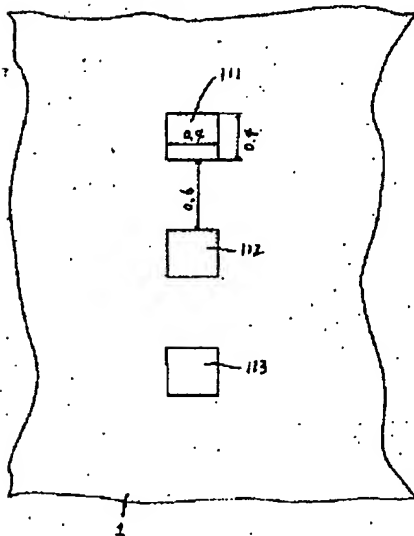
【図17】

【図 17】



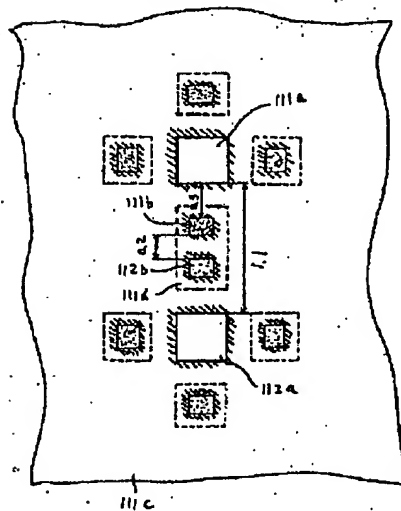
【図18】

【図 18】



【図19】

【図 19】



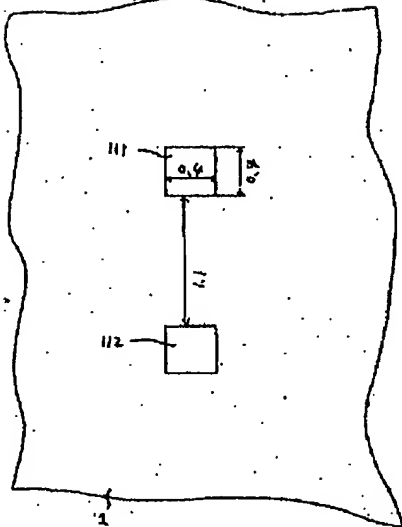
(21)

特開平5-19446

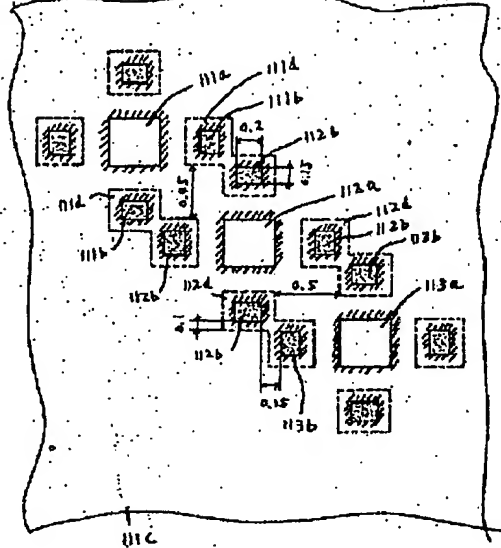
【図20】

【図21】

【図20】



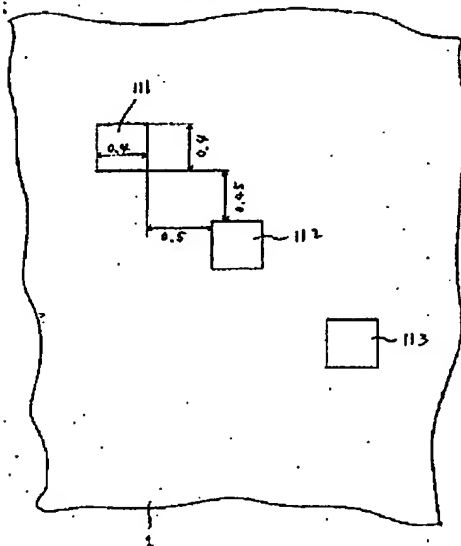
【図21】



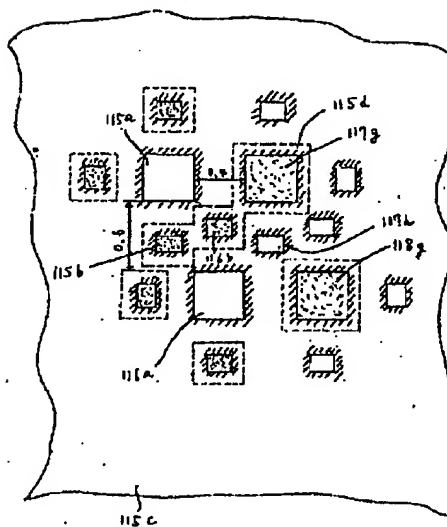
【図22】

【図23】

【図22】



【図23】



(22)

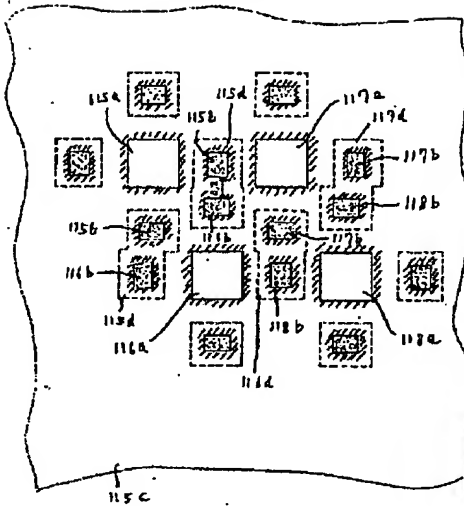
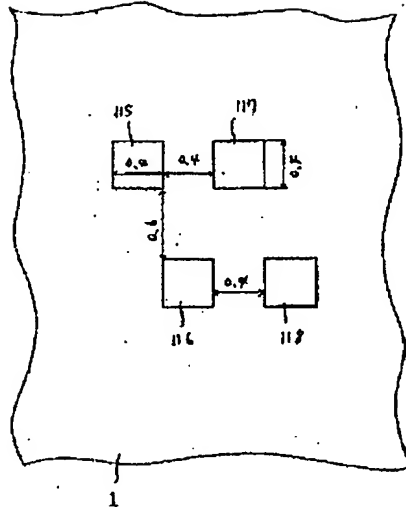
特開平5-19446

【図24】

【図25】

【図24】

【図25】

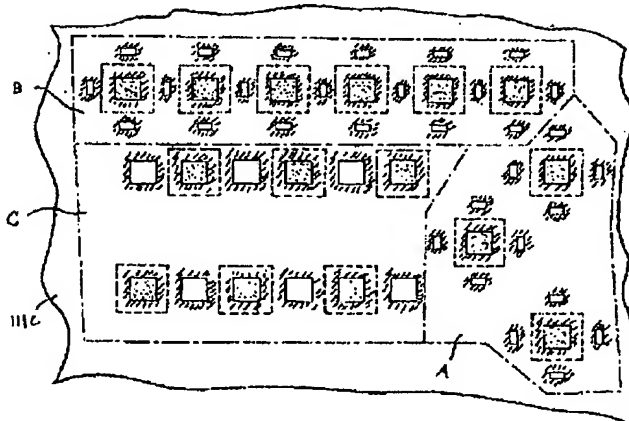
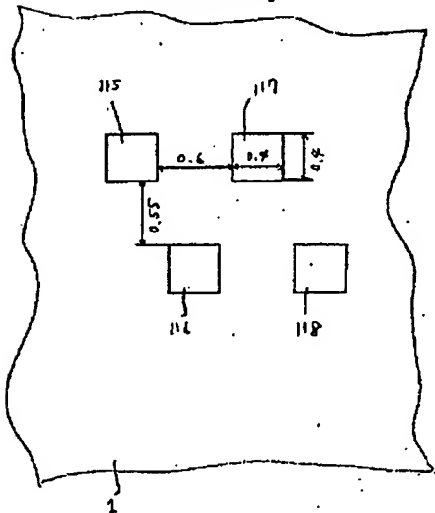


【図26】

【図27】

【図26】

【図27】



(23)

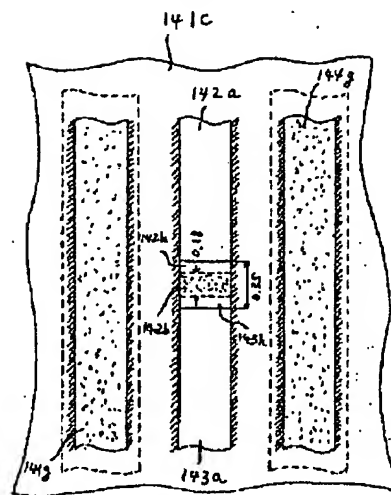
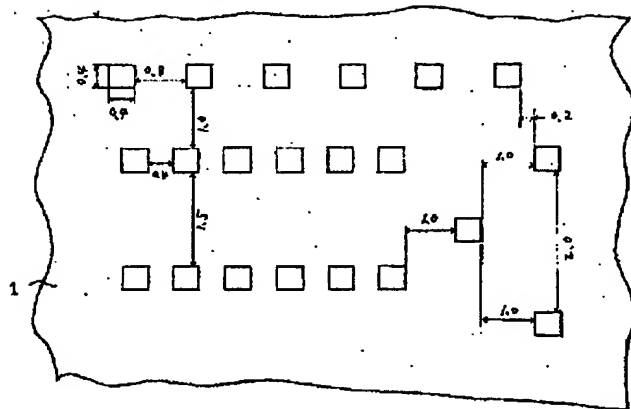
特開平5-19446

【図28】

【図41】

【図28】

【図41】

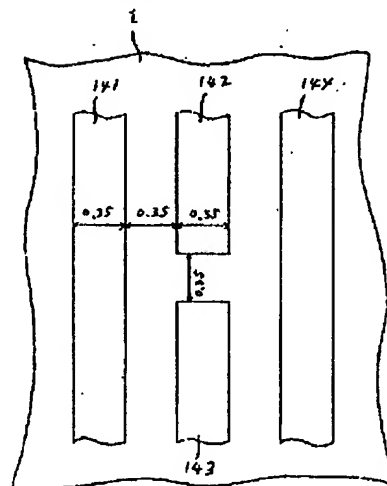
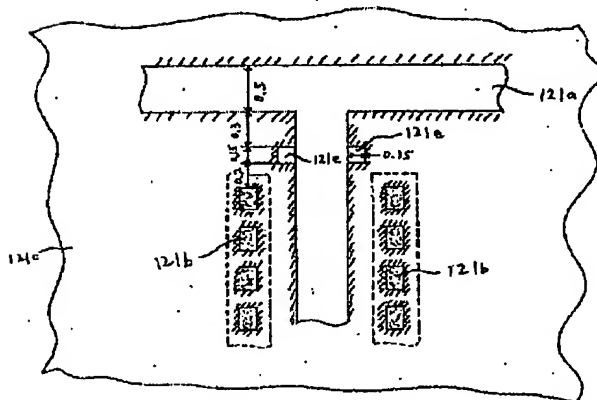


【図29】

【図42】

【図29】

【図42】

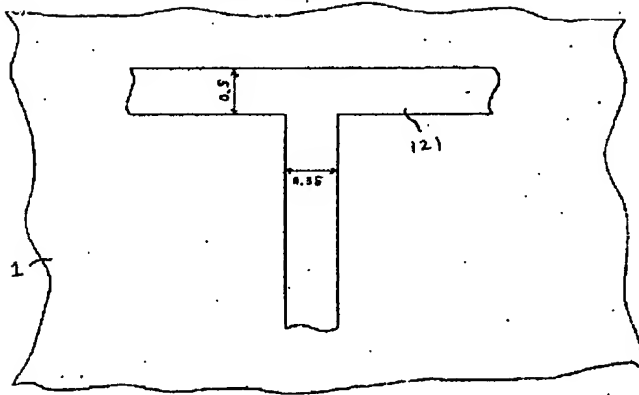


(24)

特開平5-19446

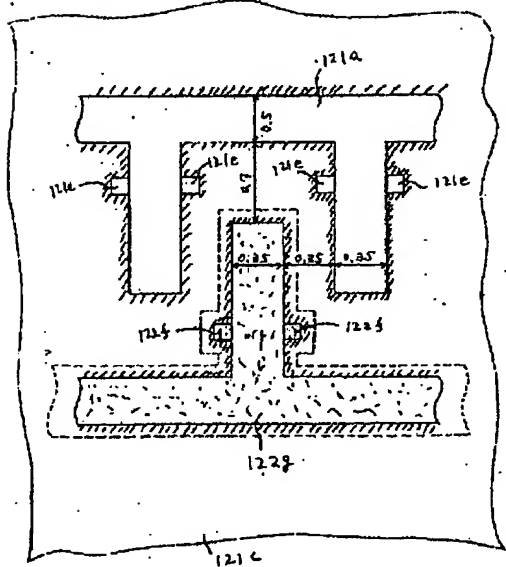
【図30】

【図30】



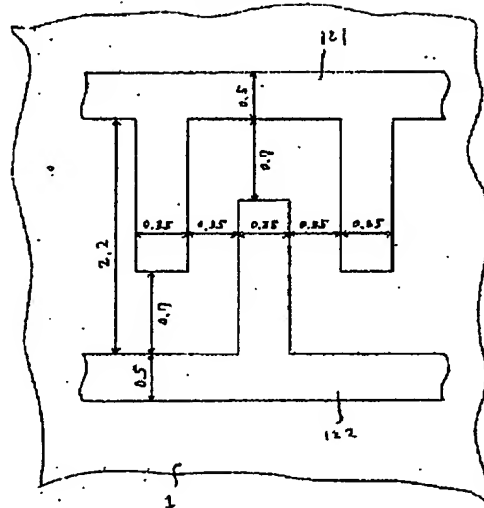
【図31】

【図31】



【図32】

【図32】



(25)

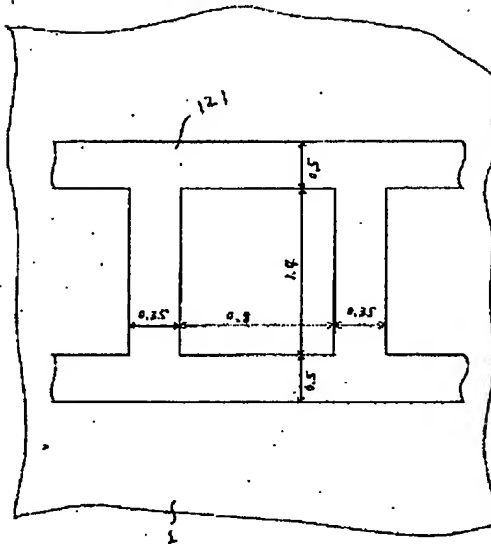
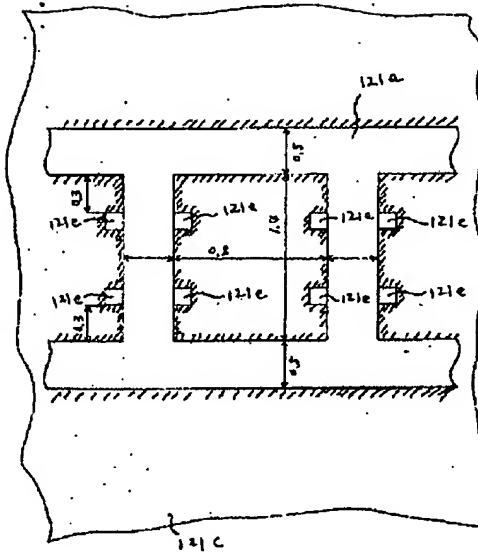
特開平5-19446

【図33】

【図34】

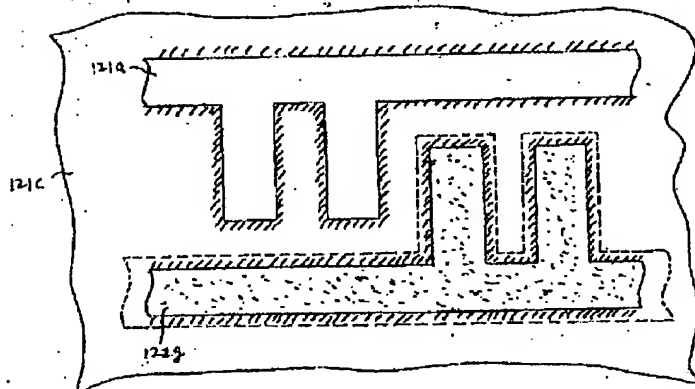
【図33】

【図34】



【図35】

【図35】

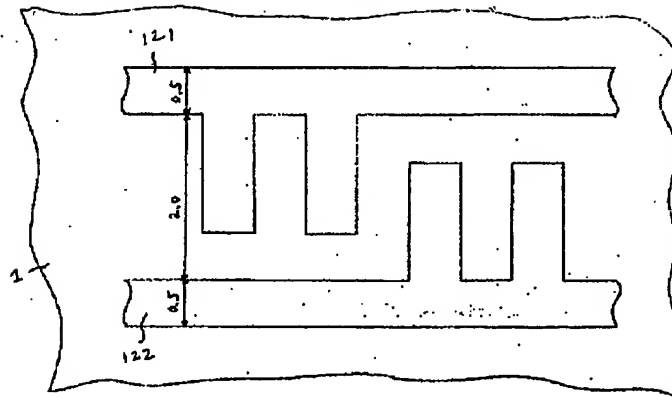


(26)

特開平5-19446

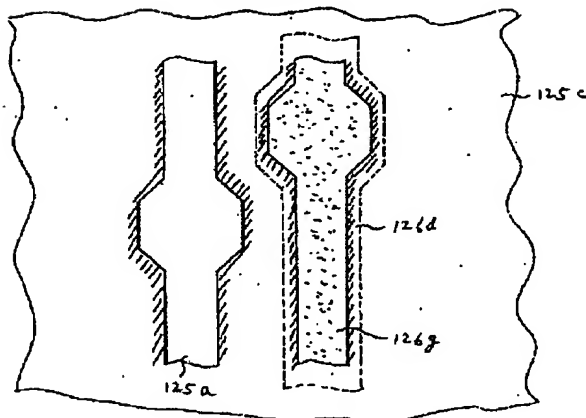
【圖36】

【圖36】



【圖37】

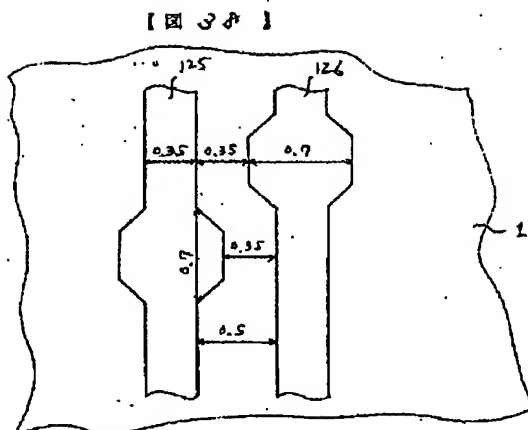
【圖37】



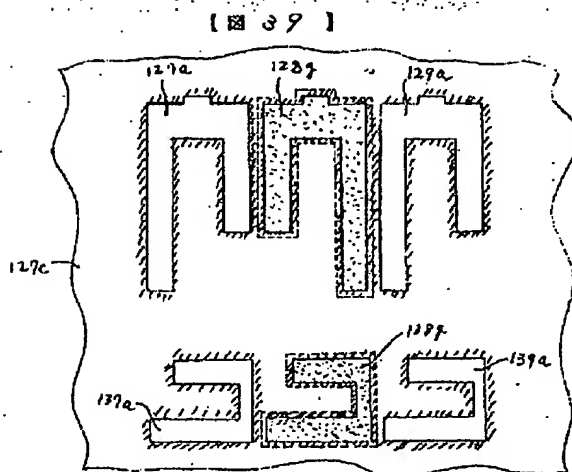
(27)

特開平5-19446

【図38】



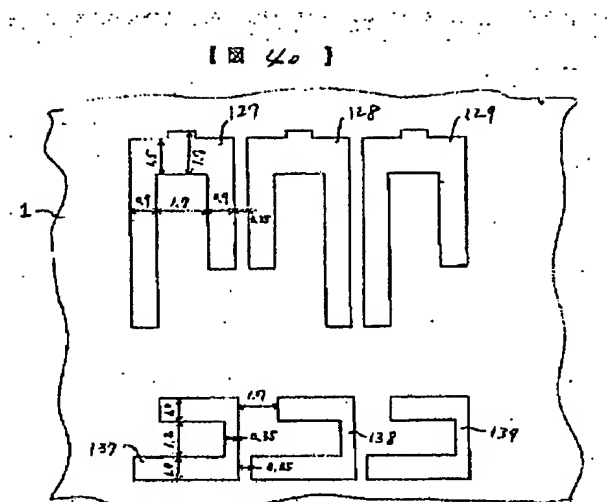
【図39】



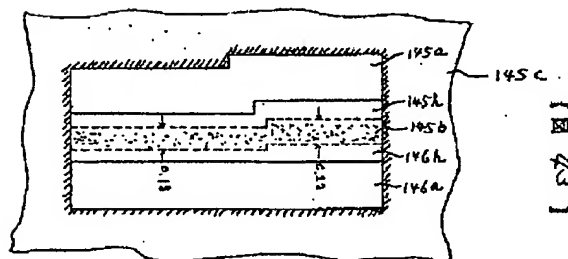
(28)

特開平5-19446

【図40】



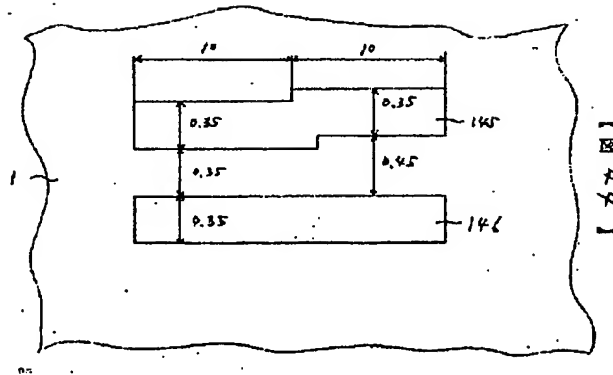
【図43】



(29)

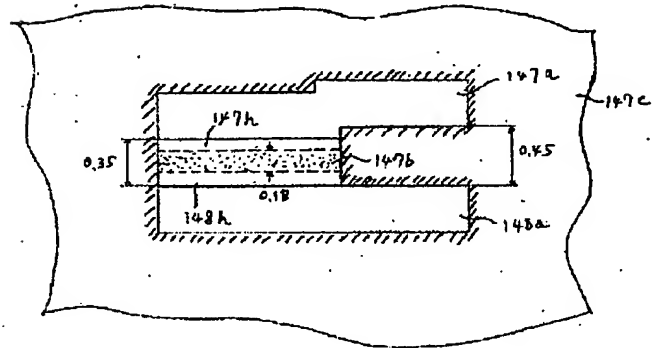
特開平5-19446

【図44】



【図45】

【図45】

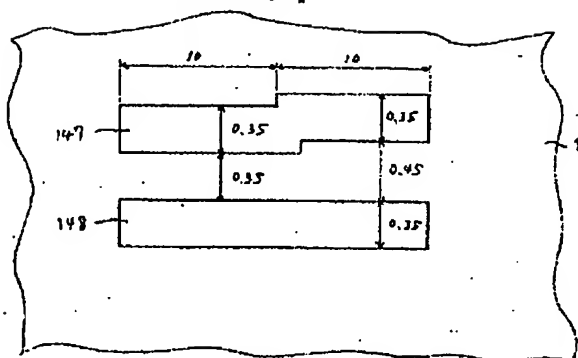


(30)

特開平5-19446

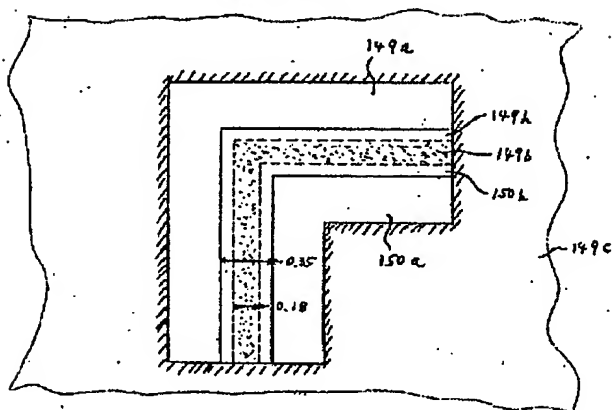
【図46】

【図46】



【図47】

【図47】

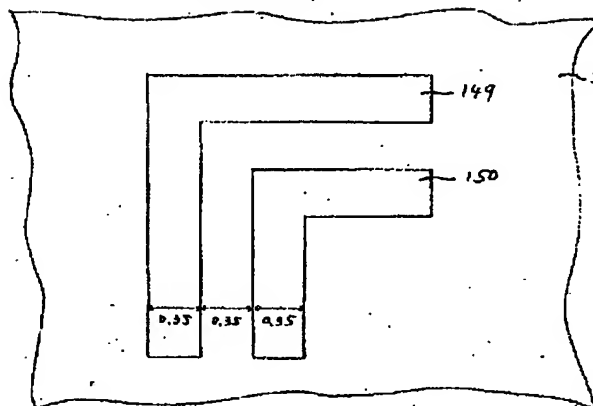


(31)

特開平5-19446

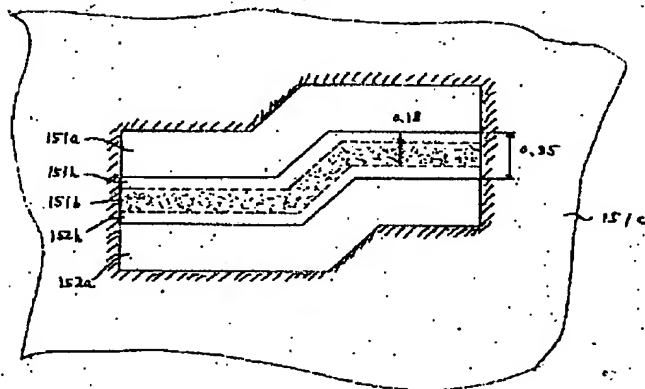
【図48】

【図48】



【図49】

【図49】

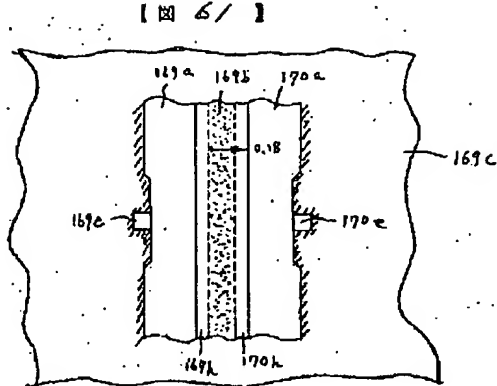
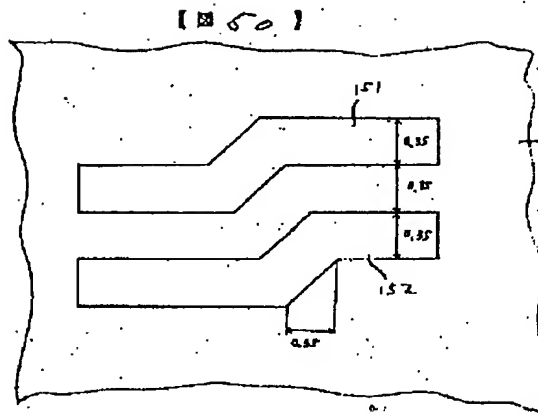


(32)

特開平5-19446

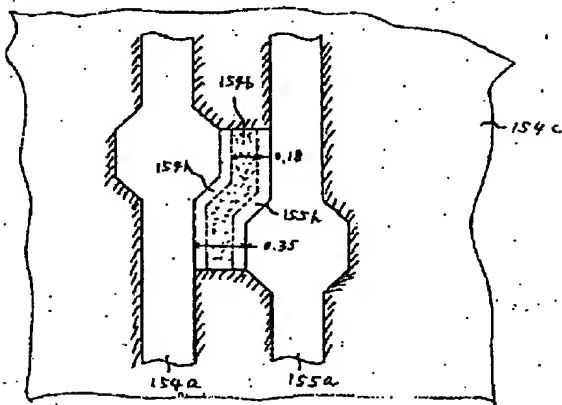
【図50】

【図61】



【図51】

【図51】

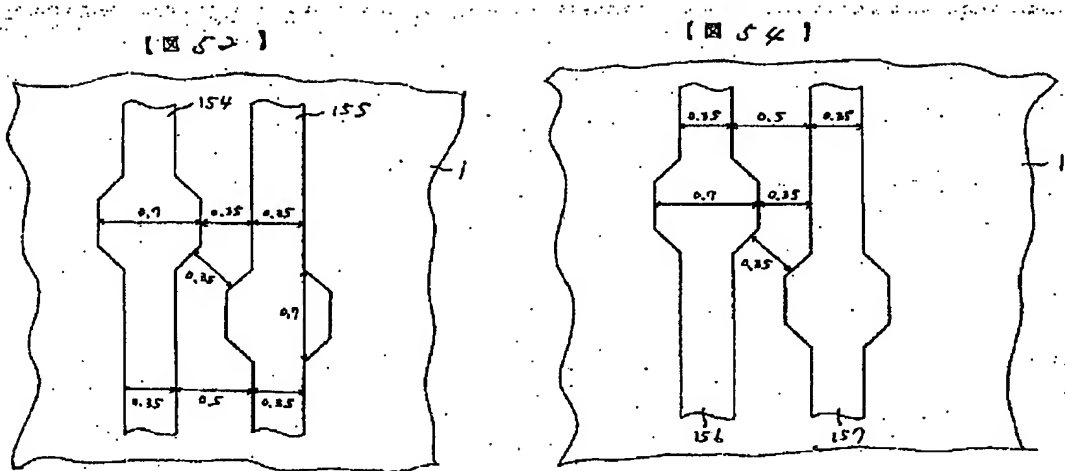


(33)

特開平5-19446

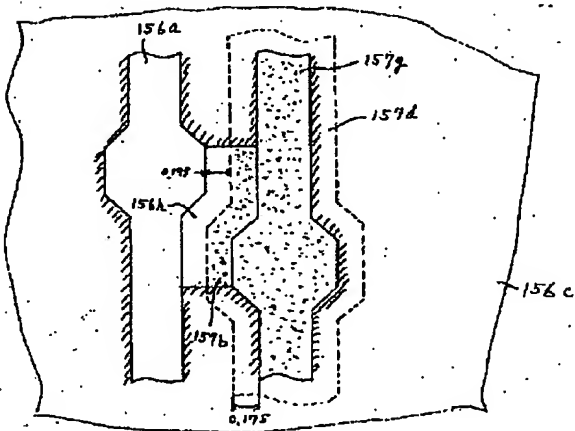
【図52】

【図54】



【図53】

【図53】

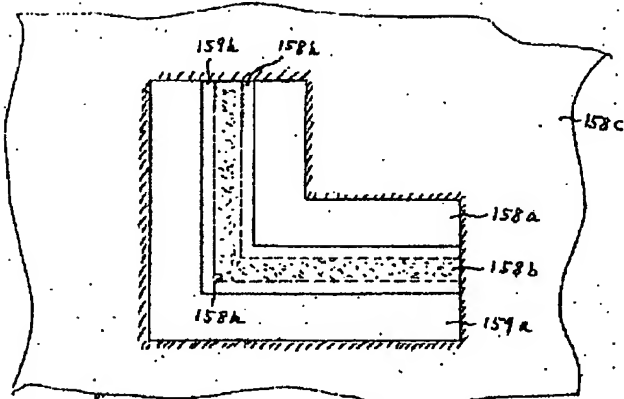


(34)

特開平5-19446

【図55】

【図55】

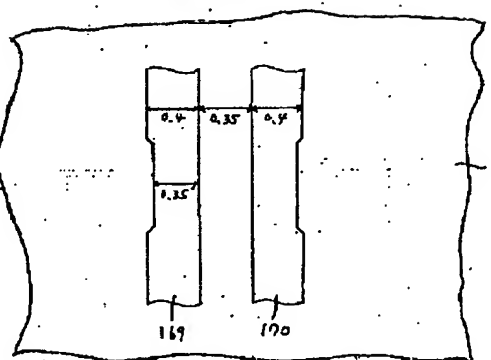
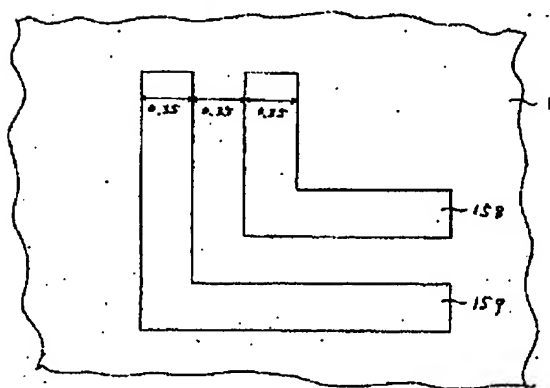


【図56】

【図62】

【図56】

【図62】

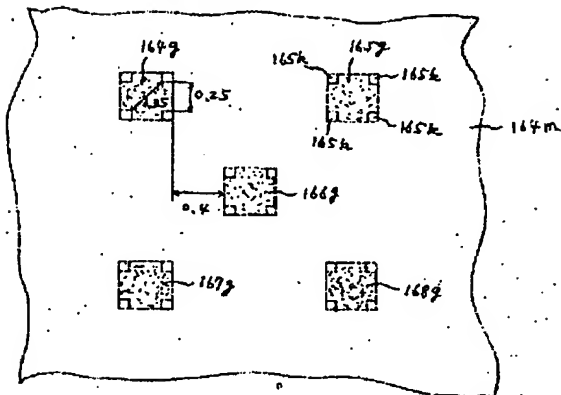


(36)

特開平5-19446

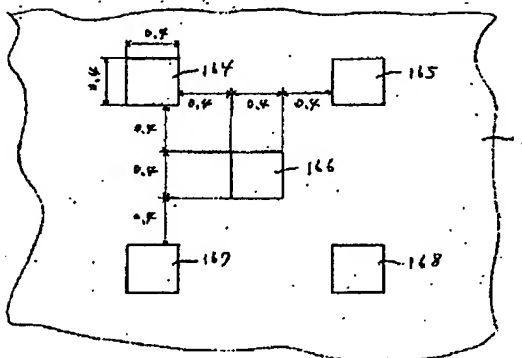
【図59】

【図59】



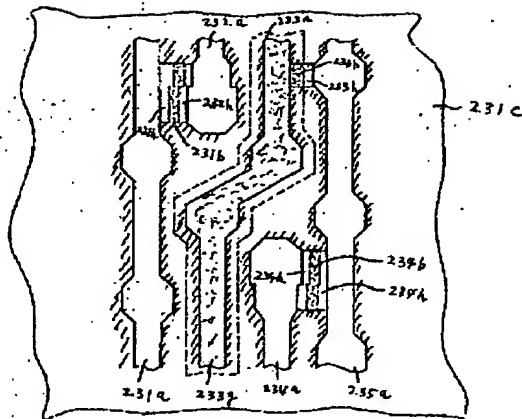
【図60】

【図60】



【図79】

【図79】

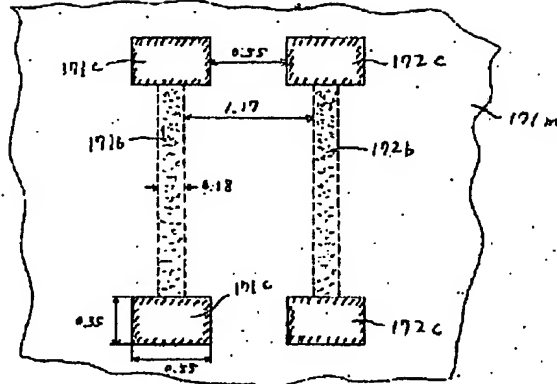


(37)

特開平5-19446

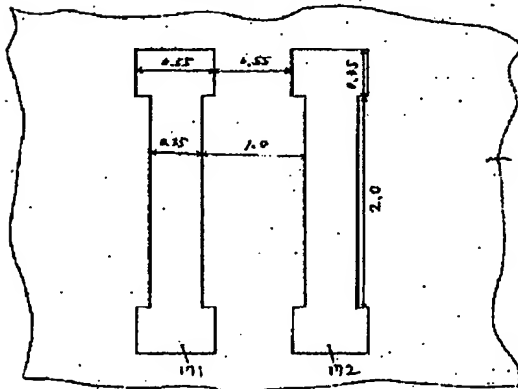
【図64】

【図64】



【図65】

【図65】



(38)

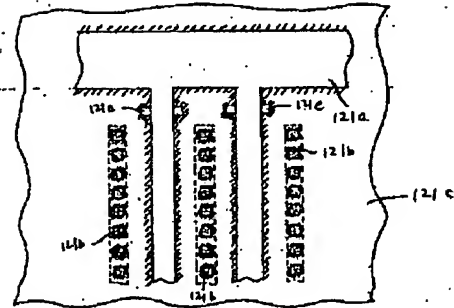
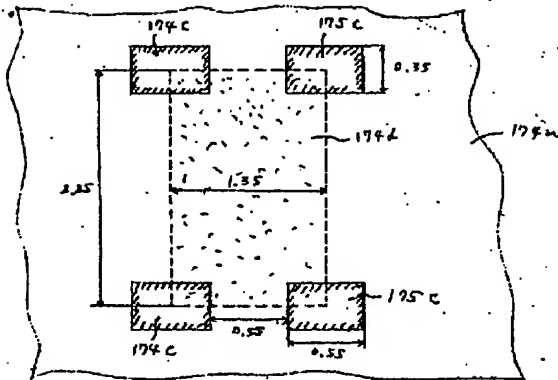
特開平5-19446

【図66】

【図87】

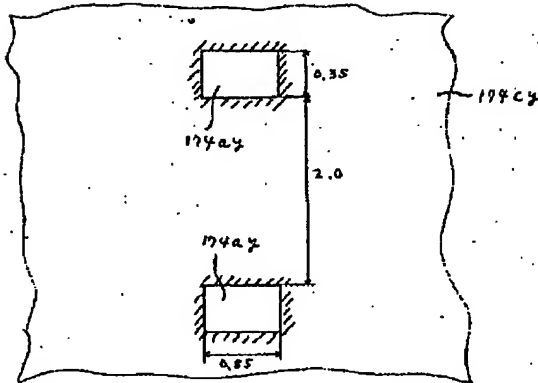
【図66】

【図87】



【図67】

【図67】

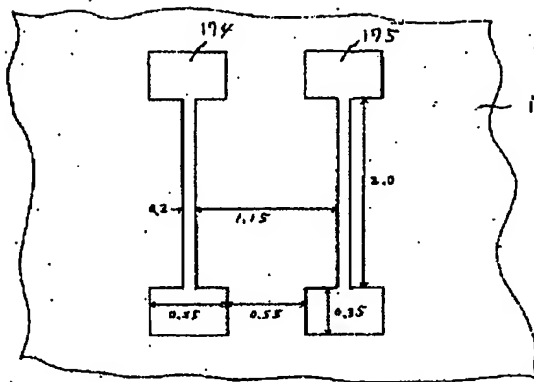


(39)

特開平5-19446

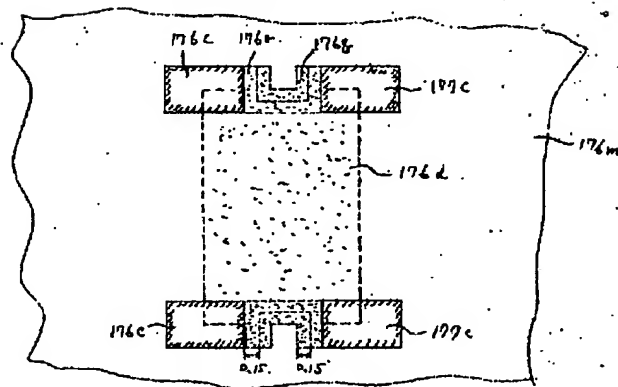
【図68】

【図68】



【図69】

【図69】

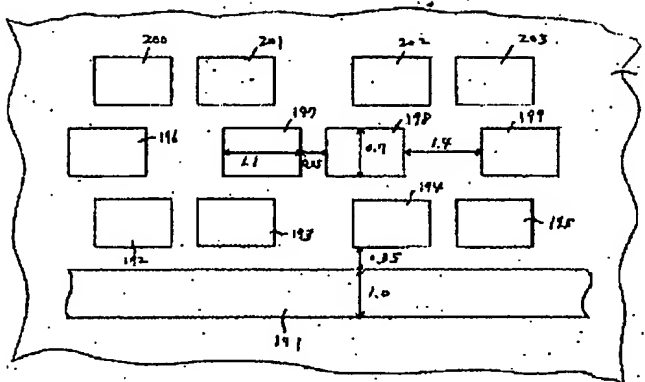


(42)

特開平5-19446

【図74】

【図74】

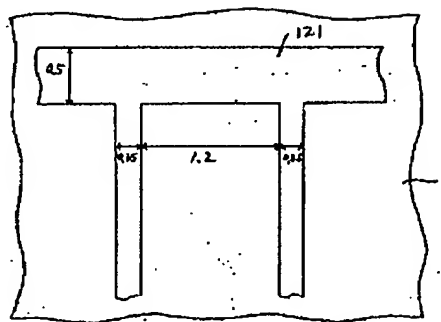
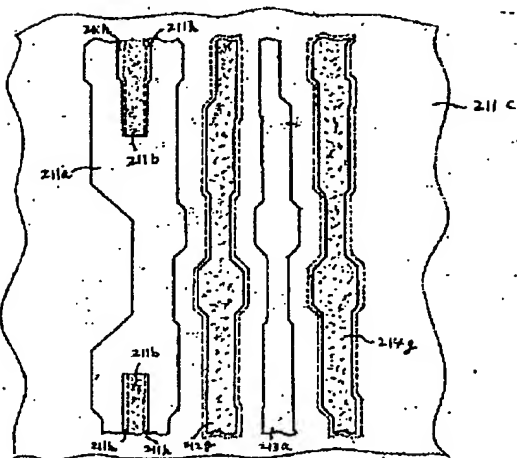


【図75】

【図90】

【図75】

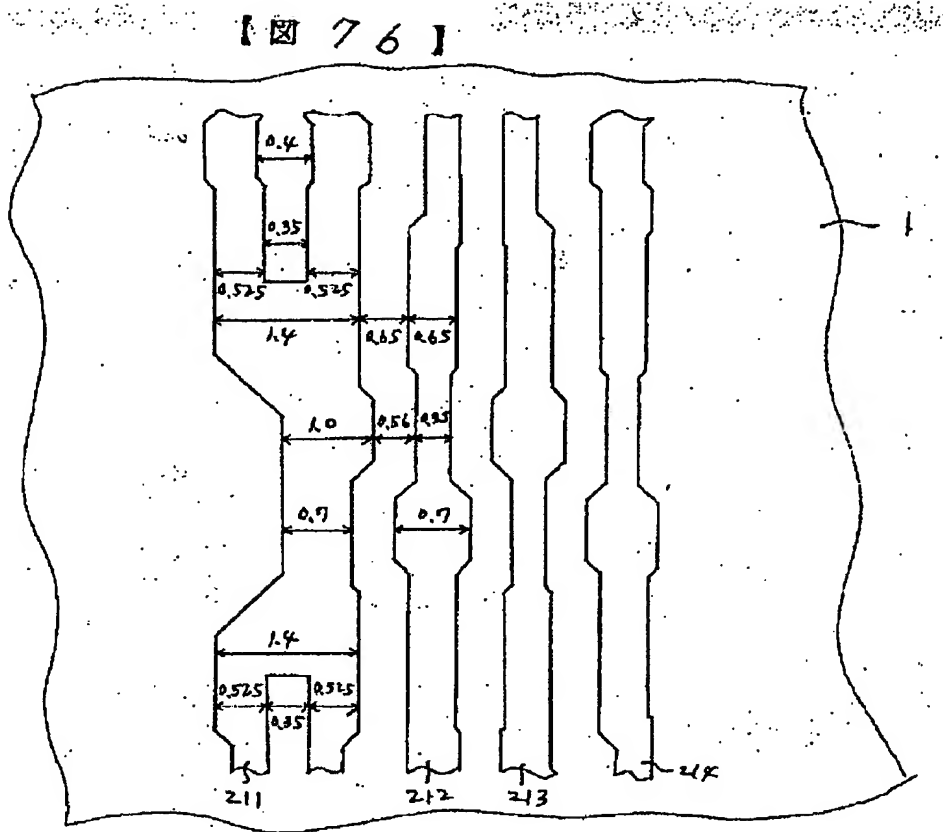
【図90】



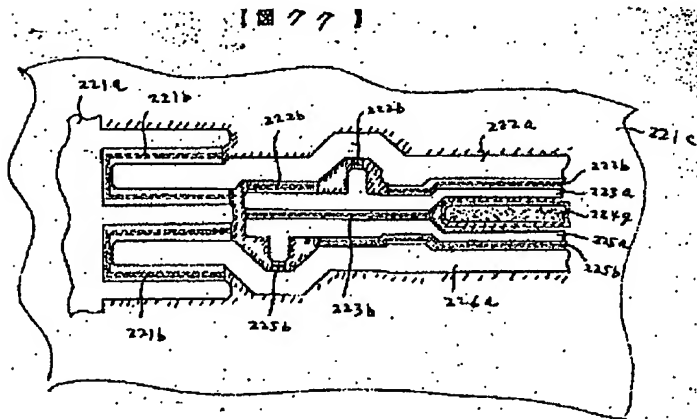
(43)

特開平5-19446

【図76】



【図77】

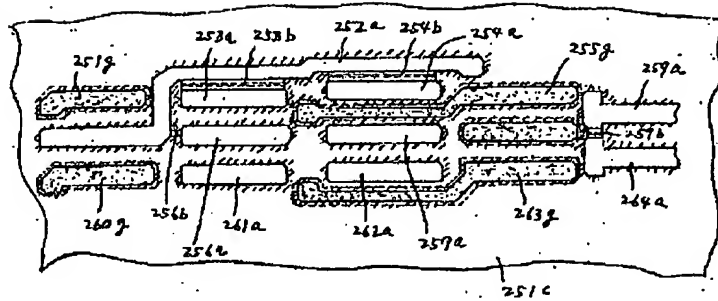


(47)

特開平5-19446

【図85】

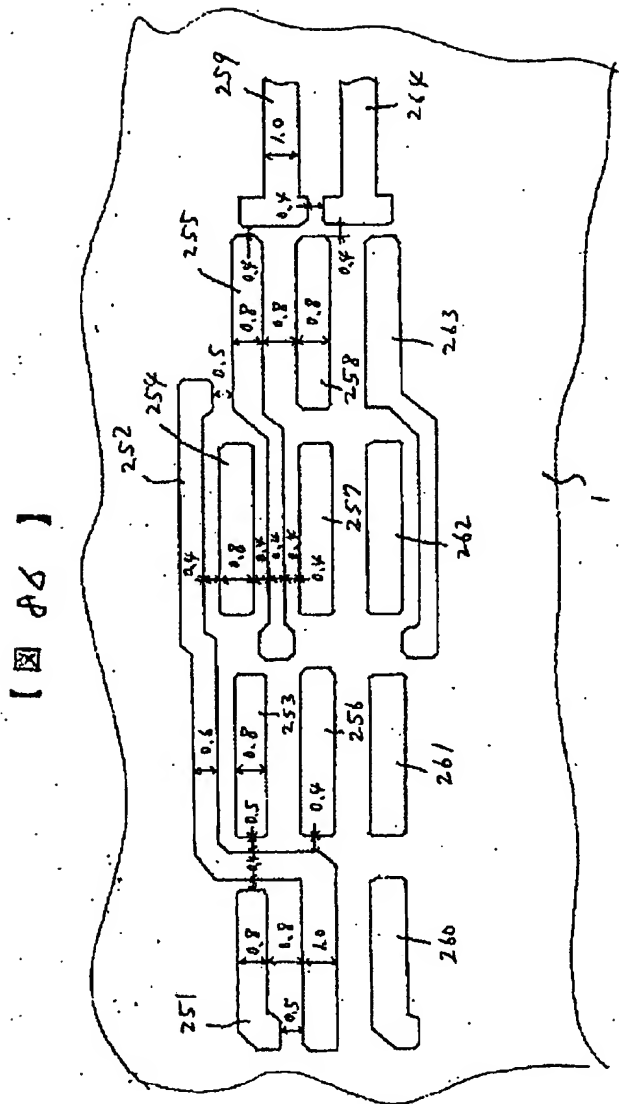
【図 85】



(48)

特開平5-19446

【図86】



フロントページの続き

(72)発明者 森内 昇
 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
 製作所デバイス開発センタ内

(72)発明者 白井 精一郎
 東京都青梅市今井2326番地 株式会社日立
 製作所デバイス開発センタ内

(49)

特開平5-19446

(72)発明者 森田 正行

東京都小平市上水本町5丁目20番1号 日
立超エル・エス・アイ・エンジニアリング
株式会社内